

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE FARMACIA

Departamento de Biología Vegetal II



TESIS DOCTORAL

**Bioclimatología y vegetación climática potencial
del Departamento de Cochabamba (Bolivia)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Milton Gerardo Fernández Calatayud

Director

Salvador Rivas-Martínez

Madrid, 2016

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA VEGETAL II



TESIS DOCTORAL

**Bioclimatología y vegetación climática potencial
del Departamento de Cochabamba (Bolivia)**

MEMORÍA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
DOCTOR PRESENTADA POR:

Milton Gerardo Fernández Calatayud

Director
Dr. Salvador Rivas-Martínez

Madrid, 2015

Bioclimatología y vegetación climática potencial del Departamento de Cochabamba (Bolivia)



**Tesis Doctoral presentada por MILTON GERARDO FERNÁNDEZ
CALATAYUD, bajo la dirección del Dr. SALVADOR RIVAS-
MARTÍNEZ, para optar al título de Doctor
Departamento de Biología Vegetal II
Universidad Complutense de Madrid**

El Doctorando
MILTON GERARDO FERNÁNDEZ CALATAYUD
El Director de Tesis
Dr. SALVADOR RIVAS-MARTÍNEZ

Madrid 2015

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo expresar mi agradecimiento a la Agencia Española de Cooperación Iberoamericana (AECI), por haberme otorgado una beca "Celestino Mutis", para realizar los cursos de Doctorado en la Universidad Complutense de Madrid-España.

Mi agradecimiento al director de mi Tesis el Profesor Dr. Salvador Rivas-Martínez, por todas las enseñanzas que recibí de él, en los cursos y en los viajes de campo por casi toda España, y por la motivación que logró en mi persona, para elegir la disciplina ecológica de la Bioclimatología.

Al Departamento de Biología Vegetal II, de la Facultad de Farmacia, con su directora, la Dra. Ana María Crespo de Las Casas, por el apoyo con documentación importante para los trámites en la embajada de España (La Paz-Bolivia). Así mismo, un agradecimiento especial a Doña Rosario Broncano (Charo), por toda la colaboración recibida en la parte administrativa (pago de tutela académica, matrícula, envío de formularios etc., etc.), muchas gracias Charo.

Un agradecimiento y reconocimiento especial al Dr. Gonzalo Navarro Sánchez, por todo lo que me enseñó en los viajes de campo y en su casa, y por los valiosos comentarios y sugerencias que sirvieron para mejorar mi Tesis, muchas gracias Profesor Dr. Gonzalo Navarro.

Al Ingeniero Wanderley Ferreira, Gerente de la Empresa RUMBOL, por el valioso apoyo en la edición cartográfica de los mapas Bioclimáticos.

Otro agradecimiento desde el fondo de mi corazón, a quienes considero como mi segunda familia en Madrid, a Don José Antonio Fron, a su esposa Doña Angelines Salcedo, a su hijo Javier Fron y su esposa Ivoné, por el cariño y apoyo que me brindaron durante mi estadía en Madrid.

Así también, expreso mi agradecimiento al Centro de Biodiversidad y Genética, de la Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, por haberme permitido realizar este trabajo de investigación.

Finalmente, un agradecimiento particular al Decano de la Facultad de Ciencias y Tecnología, el Lic. Boris Calancha Navia, por su colaboración en la solicitud de apoyo económico para mi viaje a Madrid, a las instancias correspondientes de la Universidad Mayor de San Simón, aunque no recibí el apoyo económico, gracias Lic. Boris Calancha.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre, Felicidad Calatayud Sequeiros, y a mis hermanos Jhonny y Boris Fernández Calatayud, por el apoyo y comprensión que me brindaron, durante el tiempo que demoró el desarrollo de la Tesis Doctoral.

ÍNDICE

RESUMEN/SUMMARY	1
I. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivo general	3
1.1.1. Objetivos específicos.....	3
II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	4
2.1. Escuela Europea.....	5
2.1.2. Escuela ruso-alemana.....	5
2.1.3. Escuela mediterránea.....	6
2.2. Escuela americana.....	7
2.3. Últimas tendencias.....	8
2.4. Clasificación de la vegetación de Bolivia y del Departamento de Cochabamba en base a sistemas ecológicos o bioclimáticos.....	10
III. MATERIALES, METODOLOGÍA Y MARCO CONCEPTUAL	13
3.1. MATERIALES	13
3.2. METODOLOGÍA	13
3.2.1. Diferencias con otras clasificaciones bioclimáticas.....	13
3.2.1.1. Sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez	15
3.2.1.1.1. Parámetros, índices y unidades bioclimáticas.....	15
3.2.2. PARÁMETROS CLIMÁTICOS	16
3.2.2.1. Precipitación positiva anual (Pp).....	16
3.2.2.2. Precipitación del bimestre más seco del año (Ppd ₂).....	17
3.2.2.3. Temperatura positiva anual (Tp).....	17
3.2.3. ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS	17
3.2.3.1. Índice ombrotérmico anual (Io).....	18
3.2.3.2. Índice ombrotérmico mensual (Iom).....	18
3.2.3.3. Índice ombrotermico del bimestre más seco del trimestre más seco del año (Iod ₂).....	18
3.2.3.4. Índice de termicidad (It).....	19
3.2.3.5. Índice de continentalidad simple o intervalo térmico anual (Ic)...	19
3.2.4. UNIDADES BIOCLIMÁTICAS	19
3.2.4.1. Macrobioclima Tropical.....	19
3.2.4.2. Bioclimas.....	20
3.2.4.3. Pisos bioclimáticos: termotipos y ombrotipos.....	21
3.2.4.3.1. Ombrotipos (ombropisos).....	22
3.2.4.3.2. Termotipos (termopisos).....	22
3.2.4.3.3. Horizontes termotípicos.....	23
3.2.4.3.4. Horizontes ombrotípicos.....	24
3.2.4.3.5. Variantes bioclimáticas.....	24
3.2.4.3.6. Isobioclimas.....	25

3.2.4.3.7. Bioclimogramas.....	25
3.2.5. Relevancia del sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez.....	26
3.2.6. DETERMINACIÓN DE BIOCLIMAS	26
3.2.6.1. Revisión de datos meteorológicos.....	29
3.2.6.2. Rellenado de datos con el método de la regresión lineal.....	29
3.2.7. ELABORACIÓN DE MAPAS BIOCLIMÁTICOS	30
3.2.7.1. Elaboración de una base de datos bioclimáticos a partir de datos cartográficos de vegetación.....	30
3.2.7.2. Selección del área de estudio.....	31
3.2.7.3. Productos cartográficos.....	32
3.3. MARCO CONCEPTUAL	32
3.3.1. Climax.....	32
3.3.2. Vegetación potencial.....	32
3.3.3. Vegetación Real.....	33
3.3.4. Vegetación zonal	33
3.3.5. Ecosistema azonal.....	33
3.3.6. Geoserie de vegetación o geosigmetum.....	33
3.3.7. Serie de vegetación o sigmetum.....	33
3.3.8. Series climatofilas.....	34
3.3.9. Series edafoxerófilas.....	34
3.3.10. Series edafohigrófilas.....	34
3.3.11. Cabeza de serie.....	34
3.3.12. Asociación.....	34
3.3.13. Comunidad vegetal.....	34
3.3.14. Bosque maduro.....	35
3.3.15. Bosque de Várzea.....	35
IV. SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO	36
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	36
4.1.1. División política.....	36
4.2. CLIMA	36
4.2.1. FENÓMENOS MACROCLIMÁTICOS.....	38
4.2.2. FENÓMENOS CLIMÁTICOS LOCALES Y MICROCLIMÁTICOS.....	42
4.2.2.1. Lluvias convectivas locales.....	43
4.2.2.2. Efecto de valle interno o “sombra de lluvia”.....	43
4.2.2.3. Efecto orográfico frontal.....	43
4.2.2.4. Inversiones térmicas.....	44
4.2.2.5. Exposición topográfica.....	44
4.3. HIDROGRAFÍA	45
4.4. FISIOGRAFÍA y SUELOS	47
4.4.1. FISIOGRAFÍA.....	47
4.4.1.1. MONTAÑAS Y SERRANÍAS	49
4.4.1.1.1. Suelos.....	50
4.4.1.2. VALLES (INTERANDINO)	51
4.4.1.2.1. Suelos.....	53

4.4.1.3. SUBANDINO	53
4.4.1.3.1. Suelos.....	54
4.4.1.4. PIEDEMONTESUBANDINO	54
4.4.1.4.1. Suelos.....	54
4.4.1.5. LLANURA CHACO-BENIANA	54
4.4.1.5.1. Suelos.....	55
4.5. GEOLOGÍA y ESTRATIGRAFÍA	55
4.5.1. MONTAÑAS Y SERRANÍAS	56
4.5.1.1. PALEOZOICO	56
4.5.1.1.1. Período Cámbrico.....	56
4.5.1.1.2. Período Ordovícico.....	58
4.5.1.1.3. Período Silúrico.....	60
4.5.1.1.4. Período Devónico.....	61
4.5.1.1.5. Período Carbonífero.....	62
4.5.1.1.6. Período Pérmico.....	63
4.5.1.2. MESOZOICO	64
4.5.1.2.1. Período Tríasico-Jurásico.....	64
4.5.1.2.2. Período Cretácico-Paleoceno.....	64
4.5.1.3. CENOZOICO	65
4.5.1.3.1. Período Terciario.....	65
4.5.1.3.1.1. Paleógeno (Paleoceno, Eoceno, Oligoceno).....	65
4.5.1.3.1.2. Neógeno (Mioceno).....	66
4.5.2. VALLES (INTERANDINO)	67
4.5.2.1. CENOZOICO	67
4.5.2.1.1. Neógeno (Plioceno).....	67
4.5.2.1.2. Cuaternario (Pleistoceno).....	67
4.5.3. SUBANDINO	68
4.5.3.1. PALEOZOICO	68
4.5.3.1.1. Período Ordovícico.....	69
4.5.3.1.2. Período Silúrico.....	69
4.5.3.1.3. Período Devónico.....	69
4.5.3.1.4. Período Carbonífero.....	70
4.5.3.1.5. Período Pérmico.....	70
4.5.3.2. MESOZOICO	71
4.5.3.2.1. Período Jurásico-Cretácico.....	71
4.5.3.3. CENOZOICO	71
4.5.3.3.1. Neógeno (Mioceno, Plioceno).....	71
4.5.4. LLANURA CHAPARE-BOOMERANG	72
4.5.4.1. Faja Chapare-Boomerang.....	73
4.5.4.1.1. PALEOZOICO	73
4.5.4.1.1.1. Período Silúrico.....	73
4.5.4.1.1.2. Período Devónico.....	73
4.5.4.1.1.3. Período Jurásico-Cretácico.....	74
4.5.4.1.2. CENOZOICO	74
4.5.4.1.2.1. Paleógeno-Neógeno (Oligoceno-Mioceno).....	74
V. BIOGEOGRAFIA y VEGETACIÓN	75

5.1. BIOGEOGRAFÍA	75
5.2. VEGETACIÓN	79
5.3. REGIÓN SURANDINA TROPICAL	80
5.3.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA PUNEÑA MESOFÍTICA	81
5.3.1.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba.....	82
5.3.1.1.1. Piso bioclimático criorotropical	82
5.3.1.1.1.1. Pradera subnival de la Cordillera de Cochabamba.....	82
5.3.1.1.2. Piso bioclimático orotropical	82
5.3.1.1.2.1. Pajonal altoandino húmedo de la Cordillera de Cochabamba.....	83
5.3.1.1.3. Piso bioclimático supratropical	83
5.3.1.1.3.1. Bosque Puñeno de <i>Polylepis</i> de la Cordillera de Cochabamba.....	83
5.3.1.1.3.2. Bosque de <i>Polylepis</i> transicional del sureste de Cochabamba.....	83
5.3.1.1.3.3. Bosque puneño de <i>Polylepis</i> transicional a los Yungas de Cochabamba.....	83
5.3.1.1.3.4. Bosques Puneños de <i>Polylepis</i> del sur de la Cordillera de Tiraque.....	84
5.3.2. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA PUNEÑA XEROFÍTICA	84
5.3.2.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Xerofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba.....	85
5.3.2.1.1. Piso bioclimático criorotropical	85
5.3.2.1.1.1. Pajonal subnival de la Puna Xerofítica centro-oriental.....	85
5.3.2.1.1.2. Vegetación subnival de la Puna Xerofítica centro-oriental.....	85
5.3.2.1.2. Piso bioclimático orotropical	86
5.3.2.1.2.1. Herbazal anual altoandino de la Puna Xerofítica sobre suelos pedregosos.....	86
5.3.3. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA YUNGUEÑA PERUANO-BOLIVIANA	86
5.3.3.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba.....	87
5.3.3.1.1. Piso bioclimático orotropical	88
5.3.3.1.1.1. Bosque yungueño altoandino de <i>Polylepis pepeí</i>	88
5.3.3.1.2. Piso bioclimático supratropical	88
5.3.3.1.2.1. Bosque yungueño de <i>Polylepis</i> altimontano pluvial de los Yungas de Cochabamba.....	88
5.3.3.1.2.2. Bosque altimontano pluvial de los Yungas de Cotacajes y Altamachi.....	89
5.3.3.1.2.3. Bosque altimontano pluvial de los Yungas del Ichilo.....	89
5.3.3.1.2.4. Bosque de <i>Polylepis</i> altimontano húmedo pluvial de los Yungas de Cochabamba.....	89
5.3.3.1.2.5. Bosque altimontano inferior pluvial de los yungas de Cotacajes.....	89

5.3.3.1.3. Piso bioclimático mesotropical	89
5.3.3.1.3.1. Bosque yungueño montano-inferior hiperhúmedo de los Yungas de Coroico y Altamachi-Corani.....	90
5.3.3.1.3.2. Bosque yungueño montano-superior pluvial de los Yungas de Vandiola-Ivirizu.....	90
5.3.3.1.3.3. Bosque yungueño montano-inferior pluvial de los Yungas de Vandiola-Ivirizu.....	90
5.3.3.1.3.4. Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas del Espíritu Santo.....	90
5.3.3.1.3.5. Bosque yungueño montano pluviestacional de los yungas del Boopi y Cotacajes.....	91
5.3.3.1.3.6. Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas de San Mateo.....	91
5.3.3.1.3.7. Bosque semideciduo yungueño montano de los Yungas del Cotacajes.....	91
5.3.3.1.4. Piso bioclimático termotropical	91
5.3.3.1.4.1. Bosque-Palmar yungueño pluvial basimontano.....	
5.3.3.1.4.2. Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas.....	92
5.3.3.1.4.3. Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas del Cotacajes y Altamachi.....	92
5.3.3.1.4.4. Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas de Cotacajes.....	92
5.3.3.1.4.5. Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas del Ichilo.....	92
5.3.3.1.4.6. Bosque Yungueño xérico basimontano superior de los Yungas del Cotacajes.....	93
5.3.3.1.4.7. Bosque yungueño xérico basimontano inferior de los Yungas del Cotacajes.....	93
5.3.4. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA BOLIVIANO-TUCUMANA	93
5.3.4.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba.....	94
5.3.4.1.1. Piso bioclimático supratropical	94
5.3.4.1.1.1. Khewiñar Boliviano-Tucumano transicional a puneño.....	94
5.3.4.1.1.2. Khewiñar Boliviano-Tucumano septentrional.....	94
5.3.4.1.2. Piso bioclimático mesotropical	94
5.3.4.1.2.1. Pinar montano Boliviano-Tucumano de Pino del Cerro.....	95
5.3.4.1.2.2. Pinar altimontano Boliviano-Tucumano septentrional.....	95
5.3.4.1.2.3. Sahuital húmedo montano Boliviano-Tucumano.....	95
5.3.4.1.2.4. Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de ceibo con naranjillo.....	95
5.3.4.1.2.5. Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de Tipa con Jacarandá.....	96
5.3.4.1.2.6. Bosque prepuneño superior seco de la Cuenca del Río Grande.....	96

5.3.4.1.2.7. Bosque prepuneño inferior semiárido de la cuenca del Río Grande.....	96
5.3.4.1.3. Piso bioclimático termotropical	96
5.3.4.1.3.1. Bosque seco interandino de Mara valluna y Soto.....	97
5.3.4.1.3.2. Bosque seco interandino del Soto del Río Caine.....	97
5.3.4.1.3.3. Bosque semiárido interandino de Caraparí y Soto.....	97
5.3.4.1.3.4. Bosque semiárido interandino de Cola de Zorro y Sotomara	97
5.4. REGIÓN AMAZÓNICA	97
5.4.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA AMAZÓNICA SUROCCIDENTAL (ACRE MADRE DE DIOS)	98
5.4.1.1. Vegetación climática potencial de la provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba.....	98
5.4.1.1.1. Piso bioclimático termotropical	99
5.4.1.1.1.1. Vegetación amazónica de tierra firme (no inundable)	99
5.4.1.1.1.1.1. Bosque amazónico pluvial subandino del Chapare.....	99
5.4.1.1.1.1.2. Bosque amazónico pluviestacional del subandino central.. ..	99
5.4.1.1.1.1.3. Bosque amazónico del glacis preandino central.....	99
5.4.1.1.1.2. Vegetación amazónica inundable por aguas blancas (Várzea)	100
5.4.1.1.1.2.1. Bosque maduro de Varzea del piedemonte andino central	100
5.4.1.1.1.2.2. Bosque inmaduro de Varzea del piedemonte andino central.....	100
5.5. REGIÓN BRASILEÑA-PARANAENSE	100
5.5.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA BENIANA	101
5.5.1.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Beniana, particularizada para el Departamento de Cochabamba... ..	102
5.5.1.1.1. Piso bioclimático termotropical	102
5.5.1.1.1.1. Sabanas arboladas inundables de los bajíos del Beni.....	102
5.5.1.1.1.1.1. Pampa de Cosorió.....	102
5.5.1.1.1.1.2. Pampa de Guayumequi y Cupesí.....	102
5.5.1.1.1.1.3. Bosques de galería de los arroyos del Beni.....	103
5.5.1.1.1.1.4. Bosque de arroyos de Manguillo y Asotocosi.....	103
5.5.1.1.1.1.5. Bosque de arroyos de Maní y Cosorió.....	103
5.5.1.1.1.1.6. Bosques de Várzea de los Llanos del Beni.....	103
5.5.1.1.1.1.7. Bosque de Várzea de semialtura, de Isiri o Urupí y Ochoó	103
5.5.1.1.1.1.8. Bosque de Várzea de bajo, de Piraquina y Ochoó.....	104
5.5.1.1.1.1.9. Bosque de Várzea inmadura de Pacay y Ochoó.....	104
5.5.1.1.1.2. Bosques inundados por aguas blancas estancadas del suroeste de la Amazonía.....	104
5.5.1.1.1.2.1. Bosque de aguas estancadas de Aceite y Guayabochi	104

5.5.1.1.1.2.2. Bosque de aguas estancadas de Verdolago Blanco y Guayabochi.....	104
5.5.1.1.1.2.3. Bosque de Pantano de Bibosi y Cosorió.....	104
5.5.1.1.1.3. Sabanas eutróficas inundables por aguas blancas del Beni.....	105
5.5.1.1.1.4. Vegetación herbácea de los pantanos del Beni.....	105
5.5.1.1.1.5. Bosques higrofiticos de llanura, bosques inundables y vegetación riparia de aguas blancas del Beni.....	106
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	107
6.1. REGIÓN SURANDINA TROPICAL.....	109
6.1.2. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA PUNEÑA MESOFÍTICA.....	109
6.1.2.1. Piso bioclimático criorotropical pluviestacional húmedo.....	109
6.1.2.2. Piso bioclimático orotropical pluviestacional húmedo.....	114
6.1.2.3. Piso bioclimático supratropical pluviestacional subhúmedo.....	114
6.1.2.3.1. Isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo.....	116
6.1.3. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA PUNEÑA XEROFÍTICA.....	117
6.1.3.1. Piso bioclimático criorotropical xérico seco.....	117
6.1.3.2. Piso bioclimático orotropical xérico seco.....	121
6.1.4. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA YUNGUEÑA PERUANO-BOLIVIANA.....	121
6.1.4.1. Piso bioclimático orotropical pluvial ultrahiperhúmedo.....	121
6.1.4.2. Piso bioclimático supratropical pluvial hiperhúmedo.....	123
6.1.4.3. Piso bioclimático supratropical pluviestacional húmedo.....	123
6.1.4.3.1. Isobioclima supratropical pluviestacional húmedo.....	124
6.1.4.4. Piso bioclimático mesotropical pluvial hiperhúmedo.....	124
6.1.4.4.1. Isobioclima mesotropical pluvial hiperhúmedo.....	125
6.1.4.5. Piso bioclimático mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo.....	130
6.1.4.5.1. Isobioclima mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo.....	131
6.1.4.6. Piso bioclimático termotropical pluvial hiperhúmedo.....	131
6.1.4.7. Piso bioclimático termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo.....	132
6.1.4.7.1. Isobioclima termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo.....	136
6.1.4.8. Piso bioclimático termotropical xérico seco.....	136
6.1.5. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA BOLIVIANO-TUCUMANA.....	137
6.1.5.1. Piso bioclimático supratropical pluviestacional subhúmedo...	137
6.1.5.1.1. Isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo.....	137
6.1.5.2. Piso bioclimático mesotropical pluviestacional subhúmedo...	138
6.1.5.2.1. Isobioclima mesotropical pluviestacional subhúmedo.....	139
6.1.5.3. Piso bioclimático mesotropical xérico seco.....	139
6.1.5.3.1. Isobioclima mesotropical xérico seco.....	143
6.1.5.4. Piso bioclimático termotropical xérico seco-semiárido.....	143
6.1.5.4.1. Isobioclima termotropical xérico seco-semiárido.....	145
6.2. REGIÓN AMAZÓNICA.....	148

6.2.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA AMAZÓNICA SUROCCIDENTAL (ACRE MADRE DE DIOS).....	148
6.2.1.1. Piso bioclimático termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo (no inundable).....	148
6.2.1.1.1. Isobioclima termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo (no inundable).....	149
6.2.1.2. Piso bioclimático termotropical pluviestacional húmedo (inundable).....	149
6.3. REGIÓN BRASILEÑO-PARANAENSE.....	153
6.3.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA BENIANA.....	153
6.3.1.1. Piso bioclimático termotropical pluviestacional húmedo (inundable).....	153
6.4. Resumen de los isobioclimas propuestos para el Departamento de Cochabamba.....	156
6.5. Superficie y porcentaje del territorio de Cochabamba cubierto por los bioclimas, los termotipos (pisos bioclimáticos) y los ombrotipos.....	156
VII. CONCLUSIONES.....	158
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	160
INDICE DE TABLAS.....	168
INDICE DE FIGURAS.....	171
ANEXOS.....	172

RESUMEN/ SUMMARY

Bioclimatología y vegetación climática potencial del Departamento de Cochabamba (Bolivia)

Se presenta la caracterización numérica de la vegetación climatófila potencial, descrita para el Departamento de Cochabamba, realizada con los valores climáticos e índices bioclimáticos propuestos en el sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez. El resultado de este trabajo de investigación es la clasificación bioclimática del Departamento de Cochabamba, la cual incluye 3 bioclimas, 5 termotipos (pisos bioclimáticos) que con sus horizontes termotípicos incluyen 8 clases, y 6 ombrotipos que con sus horizontes ombrotípicos incluyen 10 clases. Por otra parte, a partir de la caracterización de los bioclimas correspondientes a la vegetación climática potencial considerada, se han determinado numéricamente 10 isobioclimas únicos para el Departamento de Cochabamba. Finalmente, la información bioclimática sobrepuesta a las áreas de distribución de la vegetación climática potencial, ha permitido la elaboración de mapas bioclimáticos correspondientes a los bioclimas, termotipos, y ombrotipos, y un mapa adicional que corresponde a la clasificación bioclimática conjunta del Departamento de Cochabamba.

Bioclimatology and potential climax vegetation of the Cochabamba Department (Bolivia)

Here we present the quantitative characterization of the potential climatophyllic vegetation for the Cochabamba Department of Bolivia, created with climatic and bioclimatic indexes values proposed in the world bioclimatic classification by Rivas-Martínez. The result of this work is the bioclimatic classification of the Cochabamba Department that includes 3 bioclimates, 5 thermotypes (climatic floor) - that with its thermotypic horizons includes 8 classes -, and 6 ombrotypes - that with its ombrotypic horizons includes 10 classes. Also, from the characterized bioclimates corresponding to the potential climax vegetation, we quantitatively determined 10 isobioclimates unique for the Cochabamba Department. Finally, the bioclimatic information imposed to the potential climax vegetation distribution areas allowed the elaboration of bioclimatic maps corresponding to the bioclimates, thermotypes and ombrotypes, as well as an additional map that corresponds to the overall bioclimate classification of the Cochabamba Department.

I. INTRODUCCIÓN

La Bioclimatología es la ciencia ecológica que trata de poner de manifiesto la relación existente entre los seres vivos y el clima. Se diferencia de la Climatología en que la información, índices y unidades que utiliza, intente estén relacionados y delimitados por las especies y biocenosis, entre los cuales los vegetales por su estatismo son muy adecuados (Rivas-Martínez, 2008, 2011a).

En Bolivia, incluido el Departamento de Cochabamba, muy pocos investigadores han realizado trabajos sobre la clasificación de la vegetación utilizando sistemas de clasificación ecológica (Unzueta, 1975; ElleMBERG, 1981; Beck, 1986; Hanagarth, 1988), o sistemas de clasificación bioclimática (Navarro, 1997, 2002, 2011a, 2011b, 2012; Navarro y Ferreira, 2004, 2007, 2009, 2011). En este contexto el desarrollo de la clasificación de la vegetación de Bolivia, utilizando un sistema de clasificación bioclimática, provienen principalmente del investigador Gonzalo Navarro y de los investigadores Navarro y Ferreira. Estos investigadores, realizaron varios trabajos relacionados con la clasificación, la distribución y la caracterización bioclimática de la vegetación de Bolivia, pero sin particularizar a los departamentos políticos que existen en el territorio boliviano. Por esta razón, en este trabajo de investigación consideramos que existe la necesidad de realizar una propuesta de clasificación bioclimática a través de la caracterización numérica de los bioclimas correspondientes a la vegetación climática potencial del Departamento de Cochabamba. Para lograr este objetivo, se parte de las series de vegetación climatofílicas determinadas para el Departamento de Cochabamba por Navarro (2011a) y del análisis de los datos meteorológicos del mismo departamento político. La metodología utilizada en la clasificación bioclimática corresponde al sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez (2008, 2011a).

En base a estos argumentos el propósito de este trabajo de investigación, es realizar la clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial considerada y simultáneamente elaborar mapas bioclimáticos de los termotipos, bioclimas y ombrotipos del Departamento de Cochabamba.

Además de los resultados esperados, este trabajo proveerá información útil e imprescindible, para la planificación física del territorio, para los estudios de campo (Caballeira *et al.*, 1983), y para las acciones dirigidas

a la conservación de la biodiversidad del Departamento de Cochabamba.

1.1. Objetivo general

Realizar el estudio bioclimático del Departamento de Cochabamba, caracterizando numéricamente los bioclimas de la vegetación potencial climática existente.

1.1.1. Objetivos específicos

1. Identificar y describir los bioclimas y pisos bioclimáticos existentes en el Departamento de Cochabamba.
2. Caracterizar numéricamente los rangos de valores bioclimáticos donde se desarrollan los diferentes tipos de vegetación potencial climática descritos para el Departamento de Cochabamba.
3. Determinar numéricamente, caracterizando y describiendo vegetacionalmente los diferentes isobioclimas del Departamento de Cochabamba.
4. Realizar tres mapas bioclimáticos del Departamento de Cochabamba: un mapa de termotipos (pisos bioclimáticos), un mapa de bioclimas, y un mapa de ombrotipos, a escala 1:750.000.
5. Realizar un mapa adicional correspondiente a la clasificación bioclimática conjunta del Departamento de Cochabamba, a escala 1:750.000.

II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

La relación entre el clima y la distribución de las plantas fue puesta de manifiesto por los griegos (Del Río, 2005). Posteriormente las ideas de este pensador comenzaron a desarrollarse con los trabajos de Humboldt (1807), Wahlenberg (1811) y Grisebach (1838). Subsiguientemente, Good, (1931) y Mason (1936), establecieron el principio geobotánico en el cual la vegetación está principalmente determinada por los factores climáticos, y los factores edáficos ocuparían un segundo nivel de organización.

El clima de un territorio es el resultado de un acomplexa entidad de numerosos factores climáticos, como la precipitación, temperaturas, humedad, radiación, vientos, entre algunos. La combinación de estos factores superpuesta a otros, como la topografía y el suelo tiene una gran influencia sobre el desarrollo y distribución de las comunidades vegetales. Además de los datos meteorológicos obligatorios, también es necesario combinar los parámetros climáticos en forma de índices bioclimáticos, para valorar o ponderar la influencia del clima sobre la vegetación (Martonne, 1926; Tuhkanen, 1980, Rivas-Martínez *et al.*, 1999; Rivas-Martínez, 2007, 2008, 2011a). La formulación de los índices bioclimáticos tiene por objetivo integrar las variables climáticas con la distribución de la vegetación en la Tierra y ha producido un gran avance en el desarrollo de las clasificaciones climáticas y bioclimáticas globales (Rivas-Martínez, 2007, 2008, 2011a).

La ciencia ecológica que utiliza tanto los parámetros del clima como los índices bioclimáticos, es la bioclimatología, la cual ha adquirido vigencia en los últimos años y que trata de poner de manifiesto la relación existente entre los seres vivos (Biología) y el clima (Físico). Se diferencia de la climatología, en que la información, índices y unidades que utiliza intenta estén relacionados y delimitados por las especies y biocenosis, entre los cuales los vegetales, por su estatismo, son adecuados (Rivas-Martínez 2007, 2008, 2011a)

A continuación se presentará un resumen de las diferentes escuelas que tuvieron una importante influencia en los estudios de la bioclimatología.

- **Escuela europea:** precursora de los primeros estudios de la bioclimatología y de las primeras clasificaciones mundiales.
- **Escuela americana:** más tardía, se caracteriza por la formulación de diversos índices para el desarrollo de clasificaciones climáticas.

Finalmente se describirán los estudios realizados durante las últimas décadas.

2.1. Escuela Europea

Los primeros estudios de distribución de la vegetación con relación al clima se realizaron en Europa. Los investigadores europeos emplearon las variables climáticas como las precipitaciones y temperaturas y la combinación de ambos para formular índices bioclimáticos que traten de explicar dicha distribución. Sin embargo, en función de los países en los cuales se realizaron los estudios, se obtuvieron resultados diferentes. Por ello, es posible subdividir esta escuela de acuerdo a sus tendencias en: escuela ruso-alemana (más generalista y globalizador) y en escuela mediterránea, con tendencia globalizadora al igual que la escuela ruso-alemana y cuyos estudios se centraron en la región mediterránea (Gavilán, 1994).

2.1.2. Escuela ruso-alemana

Entre las primeras clasificaciones del clima considerando las variables de la temperatura y la precipitación, es la realizada por Wladimir Köppen, quién publicó un sistema de clasificación del clima que fue desarrollado y mejorado en años sucesivos. El planteamiento inicial de este autor era que la vegetación natural constituye un indicador del clima, por esta razón, algunas categorías de su sistema de clasificación coinciden con los límites climáticos de ciertas formaciones vegetales, para lo cual utilizó términos como clima del abedul, clima del haya, clima del olivo, entre algunos (Gavilán 1994, Del Río, 2005). Posteriormente, definió cada tipo de clima en función de los valores fijos de precipitación y temperatura (precipitación media del mes más cálido y temperatura media del mes más frío). Sin embargo, la clasificación de Köppen no considera el resto de las variables del clima como la presión atmosférica, los vientos y las masas de aire, que en conjunto son determinantes para los valores de precipitación y temperatura. El sistema de Köppen considera la existencia de cinco grandes tipos de climas, los cuales son designados mediante letras mayúsculas (Del Río, 2005):

- A: Clima tropical lluvioso
- B: Clima seco
- C: Clima templado y húmedo
- D: Clima boreal
- E: Clima Polar

Una primera subdivisión de los tipos de clima, se realizó en función de la estacionalidad de las precipitaciones, los subgrupos resultantes se definieron con una segunda letra minúscula. Luego se realizó una segunda división de las clases de climas, con el objetivo de matizar el régimen térmico, para lo cual utilizó una tercera letra minúscula. La descripción con más detalle de la tipología climática de Köppen, se encuentra en Fernández- Gonzáles (1997).

Posteriormente, Walter (1973,1977), propone una clasificación ecológica de los climas, reconociendo 9 zonas climáticas, además de otra para los climas de alta montaña. Walter hace corresponder las zonas climáticas propuestas con los grandes biomas de la tierra, a los que denominó zonobiomas, que responden a la zonación latitudinal de la vegetación y están relacionados con la circulación general de la atmósfera. En este sistema los tipos climáticos son obtenidos mediante la relación de la temperatura y la precipitación factores que pueden ser representados gráficamente por diagramas ombrotérmicos. Por otra parte, los zonobiomas se subdividen en subzonobiomas, y estos a su vez en biomas. Los zonobiomas limitan entre sí por zonas de contacto denominados zonoecotonos. En años posteriores se añadieron subdivisiones de los zonobiomas en pedobiomas, término aplicado los tipos de vegetación que se desarrollan en condiciones edáficas extremas, y orobiomas, en relación de la zonación altitudinal (Walter, 1977).

2.1.3. Escuela mediterránea

La escuela mediterránea tuvo una importante participación en los estudios fitoclimáticos, los cuales fueron considerados como el punto de inicio de los diferentes índices y clasificaciones climáticas de gran aplicación posterior en el territorio mediterráneo (Gavilán, 1997).

Según Gavilán (1997), fueron varios los investigadores que contribuyeron con sus trabajos sobre el estudio de la precipitación como factor de gran influencia en la continentalidad, entre ellos se encuentran Angot (1918) y Martonne (1926), este último autor, estudió las características de la aridez global y subsiguientemente introdujo la razón $P < 2T$ para delimitar un mes seco de un mes húmedo. Posteriormente Gaussen (1949), en base a los estudios climáticos de precipitación realizados por Angot, estudio la relación entre la precipitación estival y la distribución de la vegetación mediterránea y propuso el índice xerotérmico, que es el número de días de la estación seca o de verano, sin registro de precipitación.

Emberger fue otro botánico que dentro de sus trabajos referidos al estudio del clima mediterráneo, considero a la precipitación, la temperatura y la evaporación como factores importantes para el desarrollo de la vegetación. A partir de esta información desarrollo un índice ombrotérmico del que deriva un diagrama climático pluviotérmico de pisos bioclimáticos mediterráneos (Gavilán, 1994).

Los estudios realizados sobre el clima mediterráneo, por los investigadores arriba indicados, culminaron en la propuesta de una clasificación de pisos bioclimáticos de vegetación, la cual tiene una fuerte repercusión en los trabajos de Rivas-Martínez, sobre la Península Ibérica a principios de los años ochenta (Gavilán, 1994).

2.2. Escuela americana

Las principales aportaciones americanas a la bioclimatología provienen de dos autores: Thornthwaite y Holdridge.

Según Thornthwaite (1948), el clima se concibe como la acción recíproca de la vegetación y la atmósfera en la superficie de la tierra, expresada en términos de intercambio de energía, humedad e intensidad dinámica. En este contexto Thornthwaite realizó dos clasificaciones: el primero se basó en dos índices que expresan la efectividad de la temperatura, calculado a partir de la suma de las temperaturas superiores a 0 C°, y la efectividad de la precipitación, calculado mediante la evaporación. Este autor definió seis provincias térmicas que relacionadas con la eficacia de la precipitación producen ocho tipos climáticos, nombrados con letras al igual que el sistema de Köppen. Sin embargo, la contribución más importante es la segunda clasificación de Thornthwaite, en la cual propone el índice de evapotranspiración potencial (ETP), calculado en función de la temperatura media mensual y la duración de la insolación diurna (inferida a partir de la latitud), y el índice de humedad. Según Thornthwaite la evapotranspiración potencial se define como la evapotranspiración que ocurriría en una superficie cubierta de vegetación, si las condiciones de humedad del suelo fueran propicias para una transpiración ilimitada. El mismo autor determinó la existencia de ocho tipos de eficacia térmica (provincias térmicas), desde el menos eficaz o más frío (tundra), hasta el más eficaz o cálido (megatérmico). Con relación al índice de humedad, los tipos climáticos comprenden desde el árido al hiperárido. Este sistema ha sido aplicado en varias zonas del mundo, aunque no ha tenido mucho éxito en zonas tropicales y semiáridas, sin embargo, en el este de Norte América los límites de la vegetación coinciden aceptablemente con los valores correspondientes a la ETP (Del Rio, 2005).

El sistema de clasificación de Holdridge (1947), parte de la asunción que las características fisonómicas y estructurales de la vegetación pueden correlacionarse con los parámetros macroclimáticos. Este sistema fue elaborado en base a la biotemperatura (referida como la temperatura dentro la cual ocurre el crecimiento vegetativo, cuyo rango de valor está entre 0 °C y 30 °C), la precipitación media anual y la evapotranspiración medida en una escala de progresión logarítmica (Holdridge, 1978; Gavilán, 1994; Del Río, 2005). En el sistema de Holdridge existen siete zonas latitudinales definidas por intervalos de biotemperatura reducidas al nivel del mar y utiliza una tasa de incremento de 0.6 °C, por cada 100 m de ascenso. También se establecen seis pisos altitudinales que van desde el Ecuador hasta los polos. Por otra parte, existen nueve provincias de humedad que al interceptar con las siete zonas altitudinales, delimitan un conjunto de hexágonos que se denominan zonas de vida, y que corresponden a los espacios climáticos de diferentes tipos fisonómicos estructurales de vegetación (Holdridge, 1978; Del Río, 2005). El modelo considera a los diferentes tipos de vegetación, en siete regiones latitudinales (polar, subpolar, boreal, templado fría, templado, subtropical, tropical) y siete pisos altitudinales (nival, alpino, subalpino, montano, montano bajo, premontano, basal). El modelo de Holdridge no ha sido muy utilizado en otras regiones, excepto en las zonas tropicales de América del Sur y la parte centro oriental de Norteamérica (Gavilán, 1994).

2.3. Últimas tendencias

Durante las últimas décadas varios investigadores se dedicaron al estudio de la relación entre el clima y la vegetación, entre algunos, están los trabajos de Woodward, (1987), quien estudió las respuestas ecofisiológicas de las plantas a la temperatura y la precipitación como una forma de distribución. Por otra parte, Box (1981), en su trabajo sobre la relación de las formas de vida y el macroclima, señala que las formas de vida y la estructura de las plantas, resultan de las adaptaciones al clima que les rodea, lo cual constituye un dato útil para caracterizar las formaciones vegetales a escala local o global.

Otro trabajo referido a los parámetros e índices climáticos en la geografía de las plantas, fue realizado por Tuhkanen (1980), quién realizó una revisión de los índices y clasificaciones propuestos por diferentes investigadores. Este autor, señala que los datos brutos de la precipitación, por sí solos, son incapaces de indicar si el clima es seco o húmedo, a menos que sea comparado con las necesidades de agua del ecosistema. El mismo razonamiento vale para la temperatura media, ya que por sí sola, no expresa nada acerca del grado de temperatura

favorable para el desarrollo de las plantas, a menos que se conozca las condiciones de humedad en el suelo y en el tiempo. Finalmente, señala que la mayoría de los índices y parámetros, desde el punto de vista biológico, pueden mostrar sus deficiencias y debilidades, por lo que su aplicación puede quedar restringida a los lugares en los cuales han sido desarrollados. Sin embargo, indica que no se puede hablar de índices correctos o incorrectos en sentido estricto, pero sí de apropiado o inapropiado de acuerdo a los resultados que se obtengan sobre su aplicación.

En años posteriores, Lauer (1989) elabora una propuesta para los ecosistemas de los bosques tropicales lluviosos, incluido los bosques de Bolivia, este investigador realizó un análisis sobre el comportamiento de los parámetros climáticos, la circulación atmosférica y la cantidad de radiación solar que llega a estos ambientes, y los asoció con la distribución y el desarrollo de los bosques tropicales lluviosos. El mismo autor señala, que si bien, la cantidad y particularmente la distribución estacional de la precipitación constituyen factores determinantes para los bosques tropicales lluviosos, la humedad del suelo también tiene un papel decisivo para la formación del tipo de bosque. En base a estos argumentos Lauer (1989), propone la siguiente clasificación de los tipos de clima en base a la disponibilidad de agua: tipo ecuatorial, tipo tropical, tipo tropical marginal, tipo tropical montano y tipo humedad edáfica.

Por otra parte, a partir de la década de los 80 en la Península Ibérica y Europa occidental Rivas-Martínez, trabajó en un modelo de pisos bioclimáticos ajustados a la zonación altitudinal de los ecosistemas vegetales. A diferencia de otros investigadores el sistema de Rivas-Martínez parte del conocimiento detallado de las comunidades vegetales y establece una separación explícita entre el piso bioclimático, definido por parámetros climáticos y el piso de vegetación constituido por las comunidades vegetales (Rivas-Martínez *et al.*, (1999); Rivas-Martínez (2007, 2008); Rivas-Martínez *et al.*, (2011a). A diferencia de otros sistemas, el sistema de Rivas-Martínez tiene una gran relevancia en el contexto biológico, porque introduce el índice ombrotérmico (Io), el cual proporciona una idea aproximada de la disponibilidad de agua como factor importante para el desarrollo y funcionamiento de las comunidades vegetales, por otra parte, crea el índice de termicidad (It) que pondera o valora la intensidad del frío como factor limitante para el crecimiento de las comunidades vegetales, el cual puede inclusive llegar a detener el ciclo o actividad vegetal de las plantas, y también introduce el índice ombrotérmico de los dos meses más secos consecutivos del año (Io₂), el cual pondera la intensidad de la estación seca del año, con efectos negativos sobre una gran cantidad de

plantas y comunidades vegetales que pueden entrar en déficit o estrés hídrico. Además de estos índices bioclimáticos, en el sistema de Rivas-Martínez, existen otros índices que se utilizan en los macrobioclimas mediterráneo, templado y Boreal. Este sistema ha sido utilizado en Europa, África del Norte, Norte América y Sur América tropical, con buenos resultados de correlación entre la vegetación y los índices propuestos. Más información de este sistema de clasificación bioclimática mundial se encuentra en Rivas-Martínez (*et al.*, 2011a).

Una última propuesta es el mapa bioclimático mundial de alta resolución de Metzger *et al.*, (2012), creado para unificar el sistema de investigación y el monitoreo de la biodiversidad a nivel global, a través de la integración y el análisis de datos ecológicos y ambientales. El principio básico de estos investigadores, es que la relación entre la biodiversidad y el ambiente puede ser expresado a través de un modelo de regresión múltiple ortogonal, y que las clasificaciones derivadas de la estadística o de la estratificación de las superficies terrestres, ubicados en el interior de estratos ambientales relativamente homogéneos, proporcionan sistemas espaciales útiles para la comparación y el análisis de los datos ambientales y ecológicos, especialmente en áreas heterogéneas de gran extensión.

Los resultados de esta propuesta generan un mapa, donde los grandes biomas de la tierra comenzando por el más frío (Ártico) y finalizando en el más cálido (Tropical), tienen una o varias zonas ambientales, por ejemplo, el bioma templado frío, tiene las siguientes zonas ambientales: templado frío y seco, templado frío y xérico, templado frío y húmedo. En cambio, al bioma tropical le corresponde la zona ambiental, extremadamente caliente y húmeda. Finalmente, los mismos autores indican que la estratificación ambiental global, proporciona un sistema analítico espacial robusto, que permite agregar las observaciones locales actuales, identificar los vacíos durante en el monitoreo y diseñar nuevas investigaciones y monitoreos complementarios.

2.4. Clasificación de la vegetación de Bolivia y del Departamento de Cochabamba en base a sistemas ecológicos o bioclimáticos

Los primeros estudios sobre la interpretación de la vegetación y los bosques de Bolivia, incluido el Departamento de Cochabamba, corresponden principalmente a trabajos realizados en base a criterios fisis-geográficos, fisonómico-fenológicos y geográficos (Arce, 1963; Arce, *et al.*, 1987; Lara, 1983; Ribera, 1992, Morales, 2004). Entre ellos destaca el trabajo de Lara (1983), realizado en base a criterios fisionómicos de la vegetación, que le sirvieron para generar el "Mapa de vegetación de Bolivia". El trabajo se realizó con el criterio

internacional de la UNESCO (1973), mediante la interpretación de imágenes satelitales. Entre las unidades descritas, consideró el término de "Estepa", para referirse a la ecoregión de la Puna. Por otra parte, utiliza el concepto de fenología para diferenciar la periodicidad foliar que incluye solamente al bosque semidecíduo montano de la región Tucum-Boliviana. Las demás formaciones boscosas hacen referencia a una terminología ecológica más amplia, por ejemplo, el carácter pluvial es homologable a todas las formaciones húmedas y perhúmedas tanto de montaña como de tierras bajas.

A continuación se describirán las propuestas o sistemas de clasificación de la vegetación, utilizando criterios ecológicos o bioclimáticos y realizados por investigadores bolivianos y extranjeros.

Un trabajo que utilizó el sistema de zonas de vida de Holdridge es el "Mapa Ecológico de Bolivia" realizado por Unzueta (1975). La clasificación del mapa pretende mostrar la relación existente entre el clima y la vegetación, utilizando la fisonomía de la vegetación para designar las unidades "bioclimáticas" o zonas de vida. El mapa define seis pisos ecológicos, de los cuales, el piso "premontano" y "bajo montano" no son homogables con ninguno de los niveles considerados por otros autores. Por otra parte los pisos "alpino" y "subalpino" corresponden al nivel Altoandino designado por otros investigadores. Según el mapa ecológico de Bolivia, la región tropical está confinada al extremo más septentrional de Bolivia (Departamento de Pando), mientras que la región templada comprende las tierras bajas del país a partir del paralelo 15 (sur del Departamento de Beni, Santa Cruz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija). Con referencia a la distribución y variación de la precipitación, comprende desde el perhúmedo al semidesértico. El mapa comprende 46 zonas de vida, el cual, aunque tiene un nivel de detalle satisfactorio, la interpretación, terminología y distribución espacial resultan confusas y conflictivas (Ribera, 1992).

Otro trabajo, elaborado en base a criterios ecológicos proviene de la concepción de Ellemberg (1981), este autor presenta un mapa ecológico simplificado con 11 grandes ecoregiones. El mapa está en relación al sistema internacional de clasificación de la UNESCO, y considera a la fisonomía conjuntamente con los valores y la distribución de la precipitación. Las grandes categorías que utiliza equivalen a clases y subclases de formación y no describe formaciones propiamente dichas. Posteriormente el mapa de ecoregiones de Ellemberg fué revisado y complementado por Beck (1986); Hanagarth (1988). Estos autores introdujeron nuevos criterios que relacionan aspectos biogeográficos y de vegetación, incluyendo las grandes regiones

fitogeográficas, y la condición de la estacionalidad climática de las tierras bajas de Bolivia (Ribera, 1992).

Posteriormente a partir de los años 90, los estudios de Navarro (1993, 1996, 1997, 1999, 2002, 2011a, 2011b), Navarro y Ferreira (2000, 2004, 2005, 2007, 2009, 2011,), comenzaron a desarrollarse en todo el territorio boliviano, incluido el Departamento de Cochabamba. La composición florística de la vegetación fue realizada mediante inventarios fitosociológicos en base al método clásico de la escuela de Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979), conjuntamente con el estudio de los principales tipos de organización catenal y altitudinal mediante perfiles fito-topográficos a lo largo de los complejos geomorfológicos, y mediante el análisis de la zonación altitudinal. De esta manera las comunidades y series de vegetación primero fueron determinadas, y luego caracterizadas con el sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez (2007, 2008) y Rivas-Martínez *et al.*, (2011a), y biogeográficamente con la propuesta del Mapa biogeográfico de Sud América de Rivas-Martínez *et al.*, (2011b). En el ámbito bioclimático Navarro (2011a), en base al sistema de Rivas-Martínez, propone para Bolivia cuatro bioclimas: pluvial, pluviestacional, xérico y desértico (en el Departamento de Cochabamba existen todos los bioclimas excepto el desértico), siete ombrotipos (pisos bioclimáticos), que van desde el más seco (árido) al más húmedo (ultrahiperhúmedo, y siete termotipos (pisos bioclimáticos), que van desde el más cálido (infratropical), al más frío (gélido tropical).

III. MATERIALES, METODOLOGÍA Y MARCO CONCEPTUAL

3.1. MATERIALES

Los materiales que se utilizarán en este trabajo de investigación es la vegetación climática potencial descrita por Navarro (2011a), para Bolivia, y particularizada para el Departamento de Cochabamba, y los datos meteorológicos correspondientes al área de estudio.

- **Vegetación:** La vegetación climática potencial propuesta por Navarro (2011a), para el Departamento de Cochabamba, está constituida, tanto por series climatofílas distribuidas en las provincias biogeográficas Puneña Xerofítica, Puneña Mesofítica, Yungueña Peruano-Boliviana, Boliviano-Tucumana y Amazónica Suroccidental, como por vegetación edafohigrófila climática, distribuida en las provincias biogeográficas Beniana y Amazónica Suroccidental. El conjunto de las series de vegetación climatofílas y edafohigrófilas particularizadas para el Departamento de Cochabamba, son el resultado de numerosos trabajos de investigación sobre la tipificación y distribución de la vegetación de Bolivia, realizados por Navarro (1996, 1997, 2002), Navarro y Ferreira (2000, 2004, 2007, 2009, 2011, 2011a).
- **Datos meteorológicos:** Los datos meteorológicos que se utilizarán son la temperatura media anual, temperatura media mensual de las máximas, temperatura media mensual de las mínimas y la precipitación anual. La información meteorológica fue cedida por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

3.2. METODOLOGÍA

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial del Departamento de Cochabamba, se realizará con el sistema de clasificación bioclimática mundial propuesto por Rivas-Martínez *et al.*, (1999); Rivas-Martínez (2007, 2008); Rivas-Martínez *et al.*, (2011a). A continuación se expondrán las características más relevantes de este sistema y se describirán los parámetros climáticos, índices bioclimáticos y unidades bioclimáticas que se utilizarán.

3.2.1. Diferencias con otras clasificaciones bioclimáticas

Según Rivas-Martínez *et al.*, (2011a), las principales ventajas derivadas de la utilización de este sistema de clasificación bioclimática mundial, comparando con otros sistemas de clasificación bioclimática como

Köppen (1936), Thornthwaite (1931, 1933, 1984), Emberger (1954), Gaussen (1955), Walter (1954, 1970, 1985), Troll & Paffen (1964), Holdridge (1967), (1985), Box (1981), son las siguientes:

a. Los sistemas de clasificación más conocidos tratan en una sola categoría climática a todas las altas montañas de la Tierra (oroclimas y orobiomas). En el sistema de Rivas-Martínez las montañas representan variaciones térmicas altitudinales expresables a través de la zonación altitudinal. Por esta razón el oroclima de las montañas no pueden ser homólogos entre sí, debido a la duración del día y la noche a lo largo del año, por efecto de la latitud.

b. La mayoría de las clasificaciones reconocen un único tipo de clima desértico, para todos los desiertos del mundo. En el sistema de Rivas-Martínez, en conformidad con la oscilación anual del fotoperiodo y con el ritmo estacional de las precipitaciones y temperaturas, además de los criodesiertos polares (pergélidos), se reconocen seis tipos de bioclimas desérticos: dos en el Macrobioclima Tropical, con lluvias en el solsticio de verano (tropical desértico y tropical hiperdesértico), y cuatro el Macrobioclima Mediterráneo, sin lluvias en el solsticio de verano (mediterráneo desértico oceánico, mediterráneo desértico continental, mediterráneo hiperdesértico oceánico y mediterráneo hiperdesértico continental).

c. La mayoría de las clasificaciones de referencia tratan como clima mediterráneo únicamente el subtipo subtropical templado-cálido, con lluvias en invierno y sequía en verano. En el sistema de Rivas-Martínez se propone la existencia de un amplio Macrobioclima Mediterráneo al exterior de los trópicos, con aridez estival, que como mínimo tiene dos meses consecutivos en verano con $P < 2T$. Según la cantidad de precipitación, la estructura de la vegetación potencial mediterránea corresponde a diferentes tipos de vegetación.

d. La distribución de las precipitaciones a lo largo del año, cuantificable a través de los índices ombrotérmicos (Io , Iod_2 , Iod_3), permite superar las imprecisiones procedentes del uso simple de la cantidad total de la precipitación. En el sistema de Rivas-Martínez, se destaca que cantidades similares de precipitaciones anuales, establecen diferentes ecosistemas en función de la distribución de la precipitación durante el año, esta influencia es evidente entre el bioclima pluvial y pluviestacional, o entre el bioclima xérico y desértico.

e. Los diferentes ritmos ómbricos son la base para separar los macrobioclimas Tropical, Mediterráneo y Templado. Esto permite una correcta identificación y delimitación de los ecosistemas y floras determinados por el Macrobioclima Mediterráneo, que en anteriores modelos quedaron incluidos dentro de climas tropicales o templados.

3.2.1.1. Sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez

El sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez, pretende disponer de una tipología de los bioclimas fácilmente aplicable y cuantificable, para tratar de mostrar una relación ajustada entre los modelos vegetacionales y los valores del clima. Este autor utiliza datos meteorológicos del clima estadísticamente tratados y los denomina parámetros climáticos. Entre los parámetros climáticos obtenidos a partir de los datos meteorológicos que generan los observatorios meteorológicos están: la temperatura y precipitación media anual y mensual, y las temperaturas medias de las máximas y mínimas del mes más frío del año. Estos parámetros se combinan mediante cálculos aritméticos en índices bioclimáticos que procuran poner de manifiesto los factores climáticos más importantes que determinan el desarrollo, la composición y la distribución de las comunidades vegetales, generando como resultado la caracterización o predicción bioclimática de las comunidades vegetales y ecosistemas. Otro aspecto a resaltar en este sistema, es la cantidad de la precipitación de los trimestres correspondientes a las estaciones del año, así como su distribución o ritmo anual, ya que constituyen datos de gran valor diagnóstico en el reconocimiento y delimitación de bioclimas, variantes y tipos bioclimáticos, tanto a nivel general como territorial.

3.2.1.1.1. Parámetros, índices y unidades bioclimáticas

Si bien el sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez posee numerosos parámetros climáticos, varios índices bioclimáticos y diferentes unidades bioclimáticas, en la clasificación bioclimática del Departamento de Cochabamba, se utilizarán solo los que corresponden al Macrobioclima Tropical, entre ellos están: la temperatura positiva anual (T_p), la precipitación positiva anual (P_p), el índice ombrotérmico anual (I_o), el índice ombrotermico de los dos meses más secos consecutivos del año (I_{od_2}), el índice de termicidad (I_t), el índice de continentalidad (I_c) y el índice de sequía tropical ($\sum W_{stm}$). Estos parámetros climáticos e índices bioclimáticos con sus respectivas unidades bioclimáticas fueron considerados como fundamentales y definitivos para la tipificación bioclimática de la vegetación climática potencial de Bolivia, incluido el Departamento de Cochabamba (Navarro, 1993, 1996, 1997; 2002, 2011a, 2011b, 2012; Navarro y Ferreira, 2000, 2004, 2007, 2009, 2011; Navarro *et al.*, 1996; 2005, 2010).

A continuación se presentarán los parámetros climáticos e índices bioclimáticos fundamentales utilizados en el presente estudio, con sus correspondientes unidades bioclimáticas. Comenzaremos con los parámetros de precipitación (expresados en milímetros) y de temperatura (la media expresada en grados centígrados y la positiva en décimas de

grados centígrados), después se expondrán los índices bioclimáticos, y finalmente se describirán las unidades bioclimáticas.

3.2.2. PARÁMETROS CLIMÁTICOS

Tabla 1. Parámetros de precipitación

P	Precipitación media anual en milímetros por metro cuadrado
P _i	Precipitación media mensual, siendo i: 1 = enero,, 12 = diciembre
P _p	Precipitación positiva anual (correspondiente a los meses cuya temperatura media mensual sea superior a 0°C)
P _{pd2}	Precipitación positiva del bimestre más seco del año

Tabla 2. Parámetros de temperatura

T	Temperatura media anual en grados centígrados
T _i	Temperatura media mensual, siendo i: 1 = enero, ... , 12 = diciembre
M	Temperatura media de las máximas del mes más frío
M _i	Temperatura media mensual de las máximas, siendo i; 1 = enero, ... , 12 = diciembre
m	Temperatura media de las mínimas del mes más frío
m _i	Temperatura media mensual de las mínimas, siendo i: 1 = enero, ... , 12 = diciembre
T _{max}	Temperatura media del mes más cálido del año
T _{min}	Temperatura media del mes más frío del año
T _{cmax}	Temperatura media de las máximas del mes más contrastado del año
T _{cmin}	Temperatura media de las mínimas del mes más contrastado del año
T _p	Temperatura positiva anual (suma de los valores de T _i superior a 0°C, en décimas de grado centígrado)
T _{pi}	Temperatura positiva mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre en décimas de grados centígrados

3.2.2.1. Precipitación positiva anual (P_p)

Se define como la suma de la precipitación media de los meses cuya temperatura media es superior a cero grados. Si todos los meses tienen temperatura media superior a cero grados, el valor de la precipitación positiva anual será el mismo que el de la precipitación media anual (P).

3.2.2.2. Precipitación del bimestre más seco del año (Ppd₂)

Se define como la suma de la precipitación media de los dos meses más secos consecutivos del año cuya temperatura sea superior a cero grados centígrados.

3.2.2.3. Temperatura positiva anual (Tp)

Se define como la suma en décimas de grado de las temperaturas medias mensuales superiores a 0°C. $T_p = \sum t_i$ (para $t_i > 0$) siendo ($i = 1$ enero,.....12 = diciembre). Si todos los meses del año tienen temperaturas superiores a 0°C, el valor de T_p , se obtiene multiplicando la temperatura media anual (en décimas de grado) por 12 ($T_p = T \times 12$). Expresado de otra manera, la cantidad de calor de una determinada estación se valora mediante la temperatura positiva anual (T_p).

Debido a la falta de estaciones meteorológicas próximas a las series de vegetación consideradas, que proporcionen datos de la temperatura media anual, la temperatura media mensual de las máximas y la temperatura media mensual de las mínimas, necesarias para obtener el valor del índice de termicidad (I_t), en este trabajo se utilizará el valor de la temperatura positiva anual (T_p), para determinar los termotipos (pisos bioclimáticos). El valor de la temperatura positiva anual se obtendrá por extrapolación de la temperatura media mensual de la estación meteorológica próxima a la serie de vegetación considerada. El desarrollo de este procedimiento se explicará con mayor detalle en el subtítulo correspondiente a la determinación de bioclimas.

3.2.3. ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS

Para Bolivia y el Departamento de Cochabamba (Macrobioclima Tropical), los índices bioclimáticos propuestos que resultan fundamentales y originales en el sistema de Rivas-Martínez, y que se utilizarán en este trabajo (Tabla 3), son los siguientes: índice de termicidad (I_t); índice ombrotérmico anual (I_o), índice ombrotérmico mensual (I_{om}), índice ombrotérmico de los dos meses más secos consecutivos del año (I_{od_2}) y el índice de continentalidad (I_c). La utilización de estos índices posibilita la identificación y cuantificación comparativa del conjunto de variables climáticas que mejor explican y predicen la distribución de las comunidades vegetales y los ecosistemas.

Tabla 3. Índices bioclimáticos

Io	Índice ombrotérmico anual $(P_p / T_p) 10$
Iom	Índice ombrotérmico mensual $(P_i / T_{pi}) 10$
Iod2	Índice ombrotérmico del bimestre más seco del trimestre más seco del año
It	Índice de termicidad $(T + M + m) 10 \approx (T + T_{min} \times 2) 10$
Ic	Índice de continentalidad simple o intervalo térmico anual $(T_{max} - T_{min}$ en grados centígrados)

3.2.3.1. Índice ombrotérmico anual (Io)

Es el índice básico y fundamental en el sistema de la clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez. Se define como el cociente entre la suma de la precipitación media en milímetros de los meses cuya temperatura es superior a 0°C (P_p) y la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a 0°C en décimas de grado (T_p). Su fórmula es la siguiente:

$$Io = (P_p / T_p) 10$$

Expresado de otra manera, el índice ombrotérmico valora la disponibilidad relativa y efectiva de la cantidad anual de las precipitaciones en relación a las temperaturas medias anuales, las cuales son un indicador de la cuantía de la pérdida de humedad disponible debida a la evaporación.

3.2.3.2. Índice ombrotérmico mensual (Iom)

Se define como el cociente entre la precipitación media del mes con temperatura media superior a 0°C y la temperatura media mensual del mismo mes en décimas de grado centígrado. Su fórmula es la siguiente:

$$Iom = (P_i / T_i) 10$$

3.2.3.3. Índice ombrotermico del bimestre más seco del trimestre más seco del año (Iod₂)

Se define como el cociente de la suma de las precipitaciones de los dos meses consecutivos más secos del trimestre más seco del año, dividido por las temperaturas correspondientes a los mismos. Este índice valora el ritmo anual de las precipitaciones, mediante la estimación de la intensidad de la estación seca. Su fórmula es la siguiente:

$$Iod_2 = P_{pd_2} / T_{pd_2}$$

3.2.3.4. Índice de termicidad (It)

Se define como la suma en décimas de grado de la temperatura media anual (T), temperatura media de las mínimas del mes más frío (m) y temperatura media de las máximas del mes más frío (M). Este índice pondera la intensidad del frío, factor limitante para muchas plantas y comunidades vegetales. La correlación entre los valores de este índice y la vegetación es bastante satisfactoria en los climas cálidos y templados. Su fórmula es la siguiente:

$$It = (T + m + M) 10$$

En los climas fríos con valores de It inferiores a 120 y en los climas continentales $Ic > 21$, resulta más explicativo y preciso el empleo del valor de la temperatura positiva anual (Tp).

3.2.3.5. Índice de continentalidad simple o intervalo térmico anual (Ic)

Se define como la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido (Tmax) y del mes más frío del año (Tmin) en grados centígrados. Este índice valora la amplitud o contraste anual de la temperatura. Su fórmula es la siguiente:

$$Ic = Tmax - Tmin$$

3.2.4. UNIDADES BIOCLIMÁTICAS

Los rangos de valores numéricos obtenidos para cada uno de los índices, bioclimáticos propuestos en el sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez, determinan cinco macrobioclimas: Tropical, Mediterráneo, Templado, Boreal y Polar. A su vez, al interior de cada macrobioclima, el sistema distingue diferentes bioclimas, ombrotipos y termotipos (pisos bioclimáticos).

Debido a que Bolivia ($9^{\circ} 40' 17''$ y $22^{\circ} 54' 36''$ S) y el Departamento de Cochabamba ($15^{\circ} 48' 0.1''$ y $18^{\circ} 40' 53''$ S) se encuentran latitudinalmente dentro del Macrobioclima Tropical. A continuación se describirán las características de este macrobioclima con los bioclimas, termotipos (pisos bioclimáticos) y ombrotipos correspondientes.

3.2.4.1. Macrobioclima Tropical

El Macrobioclima Tropical se encuentra, a cualquier latitud y valor continental en todos los territorios de la Tierra pertenecientes a las cinturas latitudinales ecuatorial y eutropical (0 a 23° N y S). También se halla en los territorios latitudinalmente subtropicales (23° a 35° N y S), a cualquier altitud en áreas donde la precipitación del semestre más

cálido del año es mayor que la del semestre más frío del año ($P_{ss} > P_{sw}$), o que la precipitación del cuatrimestre más cálido del año es mayor que la del cuatrimestre siguiente al más cálido, y menor que la del cuatrimestre anterior al más cálido del año ($P_{cm3} < P_{cm1} > P_{cm2}$), al mismo tiempo que calculados teóricamente a 200 m de altitud sus valores térmicos, cumplen dos de estas tres condiciones: temperatura media anual $\geq 21^{\circ}\text{C}$, temperatura media de las máximas del mes más frío $\geq 18^{\circ}\text{C}$ y un índice de termicidad ≥ 470 ($T \geq 21^{\circ}$, $M \geq 18^{\circ}$, $It \geq 470$).

3.2.4.2. Bioclimas

Se definen como cada uno de los tipos de clima que se pueden reconocer en función de los valores umbrales del conjunto de factores climáticos, parámetros e índices bioclimáticos, que influyen en el desarrollo y distribución de las especies y comunidades vegetales de la Tierra.

En el sistema de Rivas-Martínez, el bioclima representa la unidad básica de referencia tipológica y se define mediante la combinación de los valores de los índices ombrotermicos (Io , Iod_2). En el Macrobioclima Tropical se reconocen los siguientes bioclimas: pluvial, pluviestacional, xérico, desértico, e hiperdesértico. En Bolivia existen todos los bioclimas excepto el hiperdesértico (Navarro, 2011a).

Tabla 4. Bioclimas e índices bioclimáticos del Macrobioclima Tropical, determinados y utilizados en Bolivia

Bioclimas de Bolivia	Índice ombrotérmico (Io)	Índice ombrotérmico de los dos meses más secos consecutivos del año (Iod_2)
Pluvial	≥ 3.6	≥ 2.5
Pluviestacional	≥ 3.6	≤ 2.5
Xérico	1.0 - 3.6	-
Desértico	0.2 - 1.0	-

En función del número de meses de lluvia y el número de meses secos Navarro (1999, 2002, 2011a), Navarro y Ferreira (2007, 2011), utilizando el sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez (2011a), determinaron para el Departamento de Cochabamba los siguientes bioclimas:

- **Pluvial:** cuando todos los meses del año son lo suficientemente lluviosos y no existe una época seca marcada, y si existe es muy corta de uno a dos meses de duración. En este bioclima el índice ombrotérmico de los dos meses consecutivos más secos del año

(Iod_2) es ≥ 2.5 . En el Departamento de Cochabamba el bioclima pluvial se encuentra en las siguientes provincias biogeográficas: Amazónica Suroccidental (provincias políticas: Carrasco, Chapare, Independencia), sur de la Provincia Biogeográfica Beniana (Carrasco, Chapare), en la zona de contacto con la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, y también en la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana (noreste de Independencia)

- **Pluviestacional:** cuando existen tres a cinco meses de sequía durante el año, en los cuales las lluvias son escasas o están ausentes, en Bolivia y en el Departamento de Cochabamba coincide con los meses más fríos del año. En este bioclima el índice ombrotérmico de los dos meses consecutivos más secos del año (Iod_2) es ≤ 2.5 . En el Departamento de Cochabamba el bioclima pluviestacional se encuentra en las siguientes provincias biogeográficas: Puneña Mesofítica, en las partes altas de la Cordillera de Cochabamba (provincias políticas: Arani, Arque, Cercado, Quillacollo, Tapacarí, Tiraque); Boliviano-Tucumana (montañas altas de Campero, Cordillera de Mizque y Totora); Yungueña Peruano-Boliviana (norte de las provincias políticas: Carrasco, Chapare, Independencia, Quillacollo) y en la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana (montañas altas de la provincia Campero y Mizque, cordilleras de Tiraque y Totora).
- **Xérico:** con más de cinco meses de sequía, en este bioclima el índice ombrotermico (Io) es < 3.6 . El bioclima xérico está distribuido en los valles altos y cabeceras de valles interandinos secos (prepuna) de Bolivia, incluido el Departamento de Cochabamba, y existe en las siguientes provincias biogeográficas: Boliviano-Tucumana, Yungueña Peruano-Boliviana y Puneña Xerofítica (provincias políticas: Arani, Arque, Bolívar, Campero, Capinota, Cercado, Independencia, Germán Jordán, Mizque, Punata, Quillacollo, Tapacarí, Tiraque).

3.2.4.3. Pisos bioclimáticos: termotipos y ombrotipos

Los pisos bioclimáticos son cada uno de los tipos de condiciones climáticas que ocurren en una cliserie altitudinal o latitudinal. En el Macrobioclima Tropical se delimitan en función de los factores termoclimáticos (It , Tp) y ombroclimáticos (Io). Cada piso bioclimático posee formaciones y comunidades vegetales denominadas pisos de vegetación.

3.2.4.3.1. Ombrotipos (ombropisos)

Son categorías bioclimáticas que expresan rangos de los cocientes entre la precipitación media en milímetros y el sumatorio en grados centígrados de los meses del año, cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados. Se obtienen a partir del cálculo del índice ombrotérmico anual ($Io = (Pp/Tp) / 10$) y del índice ombrotérmico de los dos meses consecutivos más secos del año ($Iod_2 = (Pp_2/Tp_2)$). Los diferentes ombrotipos en la Tierra son: ultrahiperárido, hiperárido, árido, semiárido, seco, subhúmedo, húmedo, hiperhúmedo y ultrahiperhúmedo (Tabla 5). En el Departamento de Cochabamba existen todos los ombrotipos excepto el ultrahiperárido y el hiperárido (Navarro, 2002, 2011a; Navarro y Ferreira, 2007, 2011).

Tabla 5. Ombrotipos correspondientes al Macrobioclima Tropical

Ombrotipo (piso bioclimático)	Índice ombrotérmico (Io)
Ultrahiperárido	< 0.2
Hiperárido	0.2 - 0.4
Árido	0.4 - 1.0
Semiárido	1.0 - 2.0
Seco	2.0 - 3.6
Subhúmedo	3.6 - 6.0
Húmedo	6.0 - 12
Hiperhúmedo	12 - 24
Ultrahiperhúmedo	≥ 24

3.2.4.3.2. Termotipos (termopisos)

Son categorías bioclimáticas calculadas a partir de los valores del índice de termicidad ($It = (T+Mi+mi) / 10$) y de la temperatura positiva (Tp). En cada macrobioclima de la Tierra, derivado de las peculiaridades termoclimáticas y vegetacionales, se reconoce una secuencia altitudinal o latitudinal de termotipos (termopisos). Para el Macrobioclima Tropical se reconocen los siguientes termotipos: infratropical, termotropical, mesotropical, supratropical, orotropical, criorotropical y gélido tropical (Tabla 6). En el Departamento de Cochabamba existen todos los termotipos, con excepción del termotipo gélido (Navarro, 2002, 2011a; Navarro y Ferreira, 2007, 2011).

Tabla 6. Termotipos correspondientes al Macrobioclima Tropical

Termotipo (piso bioclimático)	Índice de termicidad (It)	Temperatura positiva (Tp)
Infratropical	710 - 890	> 2900
Termotropical	490 - 710	> 2300
Mesotropical	320 - 490	> 1700
Supratropical	160 - 320	> 950
Orotropical	< 160	450 - 950
Criorotropical	-	1 - 450
Gélido	-	0

Para una correspondencia más afinada con la vegetación, a veces es necesario distinguir en los pisos bioclimáticos, la mitad inferior y superior de sus intervalos térmicos y ómbricos, que en el sistema de Rivas-Martínez se denominan horizontes bioclimáticos termotípicos y ombrotípicos.

3.2.4.3.3. Horizontes termotípicos

En la tabla 7 aparecen los intervalos del índice de termicidad (It) y de la temperatura positiva (Tp) a cualquier latitud (para el Macrobioclima Tropical), cuando el índice de termicidad (It) es inferior a 120 o cuando el índice de continentalidad (Ic) es igual o superior a 21, para calcular el termotipo se utiliza el valor de la temperatura positiva anual (Tp), que resulta del sumatorio en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales (Ti), de los meses cuya temperatura media sea superior a 0°C: $Tp = (\sum Ti \geq 0^\circ) / 10$. Cada horizonte termotípico representa la mitad superior o inferior del intervalo térmico del termotipo. En el Departamento de Cochabamba existen todos los horizontes termotípicos, con excepción del horizonte termotípico gélido (Navarro, 2002, 2011a; Navarro y Ferreira, 2007, 2011).

Tabla 7. Horizontes termotípicos propuestos para el Macrobioclima Tropical

Horizontes termotípicos	It	Tp
Infratropical inferior	> 800	> 3200
Infratropical superior	710 - 800	3900 – 3200
Termotropical inferior	600 - 710	2600 – 2900
Termotropical superior	490 - 600	2300 – 2600
Mesotropical inferior	405 - 490	2000 – 2300
Mesotropical superior	320 - 405	1700 – 2000
Supratropical inferior	240 - 320	1325 – 1700
Supratropical superior	160 - 240	950 – 1325
Orotropical inferior	(120) - 160	700 – 950
Orotropical superior	-	450 – 700
Criorotropical inferior	-	100 – 450
Criorotropical superior	-	1 – 100

Gélido	-	0
--------	---	---

3.2.4.3.4. Horizontes ombrotípicos

En la tabla 8 se muestran los intervalos del índice ombrotérmico (Io) que delimitan los diferentes horizontes ombrotípicos en la tierra. En el sistema de Rivas-Martínez, la definición de los horizontes ombrotípicos se obtienen en base al valor del índice ombrotérmico anual (Io), el cual muestra un elevado valor predictivo con la estructura de la vegetación climática potencial. En el Departamento de Cochabamba, existen todos los horizontes ombrotípicos, con excepción de los horizontes ombrotípicos árido, hiperárido y ultrahiperárido (Navarro, 2002, 2011a; Navarro y Ferreira, 2007, 2011).

Tabla 8. Horizontes ombrotípicos

Horizontes ombrotípicos	Io
Ultrahiperárido inferior	0.0 – 0.1
Ultrahiperárido superior	0.1 – 0.2
Hiperárido inferior	0.2 – 0.3
Hiperárido superior	0.3 – 0.4
Árido inferior	0.4 – 0.7
Árido superior	0.7 – 1.0
Semiárido inferior	1.0 – 1.5
Semiárido superior	1.5 – 2.0
Seco inferior	2.0 – 2.8
Seco superior	2.8 – 3.6
Subhúmedo inferior	3.6 – 4.8
Subhúmedo superior	4.8 – 6.0
Húmedo inferior	6.0 – 9.0
Húmedo superior	9.0 – 12.0
Hiperhúmedo inferior	12.0 – 18.0
Hiperhúmedo superior	18.0 – 24.0
Ultrahiperhúmedo	>24

3.2.4.3.5. Variantes bioclimáticas

Se definen como unidades de la bioclimatología tipológica que se reconocen en el seno de determinados bioclimas, que permiten distinguir peculiaridades climáticas de carácter ómbrico. Para el Macrobioclima Tropical, el sistema de Rivas-Martínez propone la variante de sequía tropical (Tabla 9), aplicable al bioclima pluvial y pluviestacional ($Io > 3.6$) con ombrotipo subhúmedo ($Io = 3.6 - 6.0$) a húmedo ($Io = 6.0 - 12.0$), en la que se pondera la sequía de los meses cuyo índice ombrotérmico mensual es inferior a 2.5 ($Iom < 2.5$). En el Departamento de Cochabamba existen todas las variantes de sequía tropical (Navarro, 2011; Navarro y Ferreira, 2011).

Tabla 9. Variantes de sequía tropical

Pluvial		Pluviestacional	
Higrofítico	$\sum V_{stm} = 0$	Submesofítico	$\sum V_{stm} = 1 - 350$
Subhigrofítico	$\sum V_{stm} = 1 - 60$	Mesofítico	$\sum V_{stm} = 350 - 700$
Submesofítico	$\sum V_{stm} = 60 - 220$	Subxerofítico	$\sum V_{stm} = 700 - 1050$
		Xerofítico	$\sum V_{stm} = 1050 - 1700$

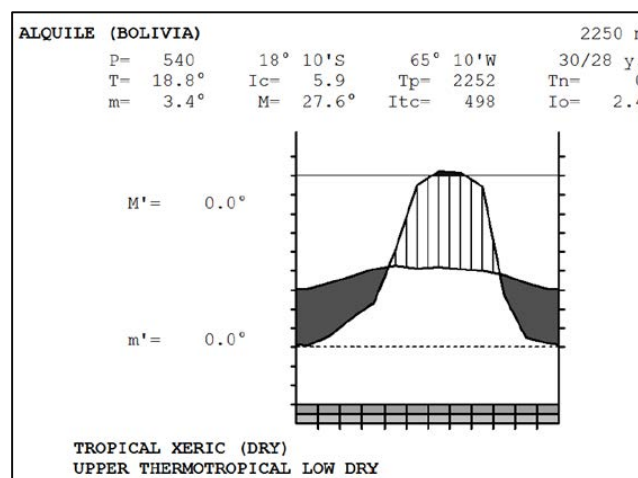
3.2.4.3.6. Isobioclimas

Se definen como modelos bioclimáticos formados por un bioclima, un termotipo y un ombrotipo. A cada isobioclima le corresponde un espacio bioclimático propio definido por los valores climáticos umbrales de cada una de la unidades bioclimáticas que la constituyen. Estos modelos bioclimáticos son útiles para identificar territorios análogos y tipos de vegetación equivalentes, y también para realizar cartografías bioclimáticas de gran precisión.

3.2.4.3.7. Bioclimogramas

Se definen como gráficas que se representan en un sistema de coordenadas cartesianas provisto de doble escala, ajustadas a $Pmm = 2T^{\circ}C$. En la escala de ordenadas se muestran la temperatura y precipitación media mensual, en cambio en la escala de las abscisas se distribuyen los meses del año. Se ha convenido que en el hemisferio sur la abscisa comience en el mes de julio, mientras que en el hemisferio norte en enero, de esta manera el período de la estación seca del año se ubica en el centro de la gráfica (Figura 1).

Figura 1. Bioclimograma utilizado en el sistema de clasificación bioclimática de la Tierra de Rivas-Martínez



3.2.5. Relevancia del sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez

A modo de síntesis, es trascendental señalar que en el contexto biológico el sistema de Rivas-Martínez tiene una gran relevancia porque utiliza el índice ombrotérmico (I_o), este índice proporciona una idea aproximada de la disponibilidad de agua como factor importante para el desarrollo y funcionamiento de las comunidades vegetales, así también, porque utiliza el índice de termicidad (I_t), que pondera la intensidad del frío como factor limitante para el crecimiento de las comunidades vegetales, pudiendo inclusive llegar a detener el ciclo o actividad vegetal de las plantas, y porque utiliza del índice ombrotérmico de los dos meses más secos consecutivos del año (I_{o2}), el cual pondera la intensidad de la estación seca del año con efectos negativos sobre una gran cantidad de plantas y comunidades vegetales que pueden entrar en déficit o estrés hídrico. Estos hechos establecen la gran diferencia del sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez, con el resto de las clasificaciones climáticas y/o bioclimáticas.

3.2.6. DETERMINACIÓN DE BIOCLIMAS

La determinación de los bioclimas, termotipos (pisos bioclimáticos) y ombrotipos de la vegetación climática potencial del Departamento de Cochabamba se efectuará en base a la metodología propuesta por Rivas-Martínez. Sin embargo, corresponde indicar el procedimiento y los cálculos aritméticos que se realizarán para obtener los valores de los parámetros del clima y los índices bioclimáticos fundamentales que se utilizarán.

- **Determinación de los pisos bioclimáticos (termotipos), bioclima y ombrotipos:** cuando existan datos meteorológicos completos y representativos de las series de vegetación consideradas, el termotipo, bioclima y ombrotipo se determinarán a través del índice de termicidad (I_t), el índice ombrotérmico (I_o) y el índice ombrotérmico de los dos meses más secos consecutivos del año (I_{o2}), pero, cuando la información meteorológica sea incompleta, el termotipo se determinará con el valor de la temperatura positiva anual (T_p), que se obtendrá de la extrapolación de la temperatura media anual, correspondiente a la estación meteorológica próxima a la serie de vegetación en estudio. Por otra parte, los horizontes termotípicos y ombrotípicos se determinarán con los valores del índice de termicidad y el índice ombrotérmico, los cuales se ubicarán dentro de los rangos propuestos para los horizontes bioclimáticos, detallados en la tabla 7 y 8.

El valor de la temperatura media anual, extrapolada a partir de la información de la estación meteorológica de referencia, corresponde a la altitud óptima de la serie climatófila. El procedimiento para obtener la altitud óptima, se realizará de la siguiente manera: a partir del rango altitudinal de la serie, se sumará el valor del límite altitudinal inferior y el valor del límite altitudinal superior, dividido entre dos, por ejemplo: $1400\text{ m} + 1900\text{ m} / 2 = 1650\text{ m}$ (valor de la altitud óptima para la serie climatófila considerada).

A manera de ilustración se muestran dos ejemplos del procedimiento que se utilizará para determinar los bioclimas:

Ejemplo N° 1: este procedimiento se utilizará cuando los valores calculados muestren una buena correlación con las series climatófilas.

Provincia Biogeográfica: Yungueña Peruano-Boliviana

Serie de vegetación: *Prumnopitys exigua-Podocarpus oleifolius*

Rango Altitudinal: 2000 - 2100 a 2500 - 2600 m

Altitud óptima calculada: 2300 m

Tipo de bosque: Bosque yungueño montano-inferior pluvial de los Yungas de Vandíola-Ivirízu

Observatorio de referencia: Ivirízu-Sehuencas (2020 m; T = 19.0 °C; P = 3755 mm), Termotropical superior pluvial hiperhúmedo inferior

Cálculos aritméticos:

$$2300\text{ m} - 2020\text{ m} = 280\text{ m}$$

$$280\text{ m} \times 0.6\text{ °C}/100 = 1.7\text{ °C}$$

$$T = 19.0\text{ °C} - 1.7\text{ °C} = \mathbf{17.3\text{ °C}}$$

$$T_p = 17.3\text{ °C} \times 12 = 207.6\text{ (10)} = \mathbf{2076}$$

$$I_o = \frac{P_p}{T_p} \times 10 = \frac{3755}{2076} \times 10 = \mathbf{18.1}$$

Diagnóstico Bioclimático: mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo superior

Ejemplo N° 2: este procedimiento se utilizará cuando a partir de los datos meteorológicos de una estación de referencia, los valores calculados para el índice ombrotérmico anual (I_o), no muestren una buena correspondencia con la serie climatófila considerada. En estos casos se utilizarán datos de la precipitación

de otra estación meteorológica adyacente, la cual debe cumplir los requisitos de proximidad, nivel altitudinal similar, misma provincia biogeográfica, y mismo tipo de vegetación. Afortunadamente, en nuestro estudio estos casos fueron muy pocos.

Provincia Biogeográfica: Puneña Mesofítica

Serie de vegetación: *Mutisia cochabambensis-Polylepis besseri*

Rango Altitudinal: 3200 a 3900 - 4000 m

Altitud óptima calculada: 3600 m

Tipo de bosque: Bosques puneños de *Polylepis* del sur de la Cordillera de Tiraque

Observatorio de referencia principal: Tiraque (3294 m; T = 12.2 °C; P = 528 mm), mesotropical superior xérico seco superior

Observatorio de referencia secundario: Alalay (3320 m; P = 704 mm)

Cálculos aritméticos:

$$3600 \text{ m} - 3294 \text{ m} = 306 \text{ m}$$

$$306 \text{ m} \times 0.6 \text{ }^{\circ}\text{C}/100 = 1.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T = 12.2 \text{ }^{\circ}\text{C} - 1.8 \text{ }^{\circ}\text{C} = \mathbf{10.4 \text{ }^{\circ}\text{C}}$$

$$T_p = 10.4 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 12 = 124.8 \text{ (10)} = \mathbf{1248}$$

$$I_o = \frac{P_p}{T_p} \times 10 = \frac{704}{1248} \times 10 = \mathbf{5.6}$$

Utilizando la precipitación positiva de Alalay (704 mm), el valor del índice ombrotérmico, se ajusta mejor a la serie climatofila considerada.

Diagnóstico Bioclimático: supratropical superior pluviestacional subhúmedo superior

No obstante, que el sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas-Martínez hace énfasis en la utilización del índice de termicidad (It), para determinar los termotipos (pisos bioclimáticos), esta actividad no siempre es posible efectuarla, como ocurre en el caso del Departamento de Cochabamba, donde no existen la suficiente cantidad de estaciones meteorológicas, que cubran a todas las series de vegetación consideradas. El mismo sistema, señala que en los climas fríos con valores de It inferiores a 120 y en los climas continentales $I_c > 21$, resulta más explicativo y preciso el empleo del valor de la

temperatura positiva anual (Tp). Al respecto, en Bolivia y el Departamento de Cochabamba (Macrobioclima Tropical), no existe una predominancia de climas fríos, que nos sugiera la utilización principalmente de la temperatura positiva, pero al no existir, la cantidad necesaria de estaciones meteorológicas para realizar una clasificación bioclimática con un mayor grado exactitud, la alternativa fue utilizar el valor de la temperatura positiva anual.

Finalmente, aunque en Bolivia y en el Departamento de Cochabamba existen falencias en la cantidad de estaciones meteorológicas, de las cuales muy pocas funcionan, y la información de los parámetros del clima pueden no ser actuales, es importante recordar que el objetivo de este trabajo, es determinar los bioclimas del Departamento de Cochabamba y no el clima. En este sentido, si conocemos la vegetación de un lugar, aunque los datos climáticos disponibles correspondan a pocos años, pero que tengan buena correlación con la vegetación, resultan útiles, en lugar de datos correspondientes a largos períodos de tiempo, pero donde no conozcamos la vegetación.

3.2.6.1. Revisión de datos meteorológicos

La información meteorológica del Departamento de Cochabamba proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), fue bastante incompleta con los datos de temperatura y precipitación, debido a esta falencia en la información meteorológica, se realizó el siguiente procedimiento:

- Revisión de los datos meteorológicos para seleccionar las estaciones meteorológicas que mejor y mayor información proporcionen.
- Rellenado de datos faltantes utilizando una metodología apropiada. El desarrollo de esta actividad se realizó con un el apoyo de un profesional del área de matemáticas.

3.2.6.2. Rellenado de datos con el método de la regresión lineal

Este método es uno de los más utilizados en la estimación de datos meteorológicos mensuales y anuales. El método considera a la estación meteorológica en estudio y las estaciones meteorológicas cercanas que muestren una estadística consistente. Para ello, establece una regresión y correlación lineal, entre una estación meteorológica patrón y la estación meteorológica con vacíos de información, para esto, utiliza una ecuación lineal de dos variables, del tipo:

$$\hat{Y} = px + b$$

Donde:

\hat{Y} = valor estimado para de la estación carente de datos

X = valor registrado en la estación patrón

a, b = constantes de regresión

La calidad de ajuste se realiza con el coeficiente de correlación "R", el cual estima el grado de correlación lineal entre las estaciones en estudio, cuyo valor oscila entre "-1 y 1", donde "0" indica una correlación nula, mientras que los valores "1 y -1", denotan una correlación total (Morales, 2007; Pizarro *et al.*, 2009). Después de procesar los datos con este test estadístico, se construyó una matriz de coeficientes de correlación para todas las estaciones meteorológicas, luego se eligió el coeficiente de mayor correlación dentro de los intervalos de significancia considerados. Antes de elegir la estación con el mejor coeficiente de correlación, fue necesario verificar que el periodo de tiempo de la estación patrón, debía ser mayor al periodo de tiempo de la estación carente de información o en última instancia, ser igual.

Después que los datos faltantes fueron rellenados, la información meteorológica obtenida, fue enviada al Centro de Investigaciones Fitosociológicas (CIF) de Madrid, y al Departamento de Biología Vegetal II, de la Universidad de León, España, para que sean procesadas y se elaboren fichas bioclimáticas mediante un programa escrito en Java, diseñado para realizar diagnósticos bioclimáticos. Para una mayor información sobre este programa bioclimático, dirigirse a: www.ucm.es/info/cif.

Finalmente, es necesario indicar que para la clasificación bioclimática se elaborarán 43 fichas bioclimáticas, de las cuales se utilizarán las que tengan una directa correspondencia con las series climatofílicas potenciales. Así también, cuando no existan estaciones próximas a la vegetación considerada, se utilizarán datos meteorológicos de otras estaciones circundantes a Cochabamba.

3.2.7. ELABORACIÓN DE MAPAS BIOCLIMÁTICOS

La elaboración de los mapas bioclimáticos se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento:

3.2.7.1. Elaboración de una base de datos bioclimáticos a partir de datos cartográficos de vegetación

- **Revisión de información espacial existente:** para la elaboración de los mapas bioclimáticos se recopiló información espacial del "Mapa de Vegetación de Bolivia" (Navarro y Ferreira, 2007),

escala 1: 250 000, y del “Mapa de Sistemas Ecológicos de Bolivia” (Navarro y Ferreira, 2011), escala 1:250 000.

- **Procesamiento de información espacial:** se realizó mediante la descarga de información del “Mapa de Vegetación de Bolivia” en formato digital (SHP), del Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia (<http://cdnrnbolivia.org/recursos-biologicos-y-ecologicos.htm>).

3.2.7.2. Selección del área de estudio

Una vez delimitado el área de estudio, se procedió con la extracción del mapa de vegetación correspondiente al Departamento de Cochabamba, para ello se utilizaron las herramientas del programa ArcMap (ArcToolbox, Analysis Tools, Extract, Clip). Producto del corte del área de estudio (mapa), se obtuvo un archivo SIG con un número de polígonos correspondiente a las combinaciones de los diferentes tipos de vegetación, los cuales fueron incorporados a una base de datos geográfica (GEODATABASE).

- **Elaboración de la base de datos espacial bioclimática:** para esta actividad se construyó una matriz, donde se asignaron el bioclima, ombrotipo y el termotipo correspondiente a la vegetación climática potencial del Departamento de Cochabamba. En esta matriz se incluyeron los valores de los parámetros del clima y los índices bioclimáticos, correspondientes a la vegetación considerada (Anexo 1).
- **Asignación de bioclimas, termotipos y ombrotipos:** la información de los bioclimas, termotipos y ombrotipos fue adjuntada a la base de datos SIG correspondiente a la vegetación, dicho de otra manera, a cada tipo de vegetación climatófila le fue asignado el termotipo, bioclima y ombrotipo correspondiente. Por otra parte, a la vegetación azonal, como las series edafohigrófilas (no climáticas) y edafoixerófilas, se les asignó las características bioclimáticas correspondientes a la vegetación climatófila potencial contigua, o adyacente.
- **Revisión de la coherencia espacial de la asignación:** la revisión de la coherencia espacial de las características consignadas, se realizó a través de la revisión en pantalla, de los mapas correspondientes a los bioclimas, ombrotipos y termotipos obtenidos a escala 1:250.000 (con una cuadrícula de 10 x10 Km), los cuales fueron revisados sistemáticamente para reasignar los polígonos incoherentes.

3.2.7.3. Productos cartográficos

Después del procesamiento y elaboración de la base de datos espacial bioclimática, se obtuvieron dos tipos de productos.

- **a). Mapas bioclimáticos:** con información sobre la distribución de los termotipos, ombrotipos, bioclimas, y un mapa sobre la clasificación bioclimática del Departamento Cochabamba a escala de trabajo 1:250. 000, y escala 1: 750. 000, para impresión en papel A4.
- **b). Productos estadísticos:** las estadísticas obtenidas corresponden a la superficie que ocupa cada termotipo, bioclima y ombrotipo, en el Departamento de Cochabamba (Anexo 2).

3.3. MARCO CONCEPTUAL

En este subtítulo se describirán los términos utilizados en este trabajo y que corresponden al contexto biológico (vegetación). La presentación de los diferentes términos y sus definiciones, se realizará de acuerdo a la terminología utilizada en el sistema de clasificación bioclimática mundial de Rivas Martínez (2007); Rivas Martínez *et al.*, (1999, 2011a), complementado por la terminología propuesta por Navarro (2011a y 2011b), para Bolivia y el Departamento de Cochabamba.

3.3.1. Climax

Se define como la etapa final madura de la sucesión de la vegetación. Comunidad vegetal que representa la etapa del máximo biológico estable. También se emplea como expresión de una comunidad vegetal madura o cabeza de serie. En función del recurso hídrico del suelo, pueden reconocerse: la climax climatófila zonal acorde con el ombroclima, la climax edafohigrófila, más húmeda por percolación o escorrentías y la climax edafoxerófila más seca por causas topográficas o por razones litológicas. La climax puede considerarse sinónima de vegetal potencial. Su adjetivo es climácico.

3.3.2. Vegetación potencial

Se define como la comunidad vegetal estable que existiría en un área dada como consecuencia de la sucesión progresiva, sobre todo si el hombre dejase de alterar los ecosistemas naturales terrestres (la vegetación potencial es equivalente de clímax). El mismo autor señala que conviene distinguir, además de la vegetación potencial climatófila y edafófila (comunidades permanentes), la vegetación potencial natural primitiva (aún no alterada por el hombre) y la vegetación

potencial natural actual, resultante de un proceso de sucesión secundaria.

3.3.3. Vegetación Real

Se define como la comunidad vegetal que existe en un lugar determinado sometida a la influencia del medio estacional y antropógena, es sinónimo de vegetal actual.

3.3.4. Vegetación zonal

Se define como el tipo de vegetación más madura posible (vegetación climácica) en equilibrio con las condiciones climáticas que existen en una región o territorio, desarrollada sobre suelos de condiciones medias, ni muy húmedos ni muy secos.

3.3.5. Ecosistema azonal

Se define como el ecosistema o tipo de vegetación, que por su ecología es hasta cierto punto independiente de las condiciones climáticas promedio existentes en una determinada región, debido a que está condicionado por tipos especiales de sustratos, por ejemplo: los ecosistemas acuáticos y palustres, así como los saxícolas o rupícolas.

3.3.6. Geoserie de vegetación o geosigmetum

La geoserie de vegetación o geosigmetum es la unidad básica de la Fitosociología dinámico-catenal o Fitosociología paisajista (ciencia de los geosigmatáxones o geosigmetos). Corresponde a una catena de series de vegetación edafoxerófilas, climatófilas y edafohigrófilas que se hallan en vecindad, en un piso bioclimático y en un territorio biogeográfico dados, y que alternan entre sí en función de los gradientes hídricos que las condicionan. Estructuralmente están formadas por un conjunto de sigmetos en contigüidad distribuidos en función de la geomorfología y de los suelos.

3.3.7. Serie de vegetación o sigmetum

La serie de vegetación o sigmetum, denominada también sinasociación, es la unidad básica de la Fitosociología dinámica, y trata de expresar todo el conjunto de comunidades vegetales o estadios que pueden hallarse en unos espacios teselares afines como resultado del proceso de la sucesión, incluyendo los factores mesológicos, geográficos y lo florístico, tanto de la asociación representativa de la etapa clímax o cabeza de serie, como la vegetación correspondiente a las asociaciones iniciales o subseriales que puedan reemplazarla. En una

serie de vegetación se distinguen las series climatófilas, edafoxerófilas y edafohigrófilas.

3.3.8. Series climatofilas

Son las que se ubican en los suelos maduros acordes con el mesoclima y que sólo disponen del agua de lluvia.

3.3.9. Series edafoxerófilas

Son las que se hallan en los suelos xerofíticos: leptosoles, arenosoles, gipsisoles, suelos serpentínicos o con metales pesados, así como las series establecidas sobre dunas, litosuelos, laderas abruptas, cresteríos y cantiles.

3.3.10. Series edafohigrófilas

Son las que ocupan suelos y cenotopos especialmente húmedos con recursos hídricos edáficos adicionales, como fluvisoles, halosoles, histosoles, entre algunos y suelen hallarse en cauces fluviales, bordes de lagunas, zonas palustres, saladares y turberas.

3.3.11. Cabeza de serie

Se define como la comunidad representativa de la etapa madura o clímax de una serie o subserie de vegetación, sea climatófila, edafoxerófila o edafohigrófila. En el sistema jerárquico de la clasificación fitosociológica la cabeza de serie es una asociación o una subasociación.

3.3.12. Asociación

Se define como la unidad fundamental de la Fitosociología y jerarquía básica de su sistema tipológico. Se trata de un modelo abstracto, representado formalmente por un individuo de asociación o inventario de vegetación realizado en condiciones mesológicas homogéneas en un lugar y tiempo determinado, en el seno de una comunidad vegetal particular, correspondiente a una determinada etapa vegetacional estructuralmente estable en el proceso de la sucesión.

3.3.13. Comunidad vegetal

Se define como el conjunto más o menos homogéneo de plantas pertenecientes a distintos táxones, que ocupan un cenotopo o hábitat homogéneo determinado.

3.3.14. Bosque maduro

Se define como el bosque que ha alcanzado la mayor complejidad posible (estructural, funcional y de diversidad) de acuerdo a las condiciones ambientales existentes.

3.3.15. Bosque de Várzea

Se define como el conjunto de bosques y de vegetación que son inundados estacional o permanentemente por el desbordamiento o crecido de los ríos de aguas blancas.

IV. SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Bolivia está ubicada en el centro de Sudamérica (Figura 2) y el Departamento de Cochabamba está situado en el centro de Bolivia (Figura 3), entre los 15° 43' y 18° 44' de latitud sur y los 67° 1' y 65° 49' de longitud oeste (Instituto Geográfico Militar, 1997). La superficie es de 55 631 km² y representa el 5 % del territorio boliviano. Limita al norte con los departamentos de Beni y La Paz, al sur con Oruro, Potosí y Chuquisaca, al este con el Departamento de Santa Cruz y al oeste con el Departamento de La Paz (Montes de Oca, 1997).

4.1.1. División política

El Departamento de Cochabamba está organizado en 16 provincias políticas, las cuales están divididas en secciones de provincias, que a la vez se dividen en cantones y estas últimas en localidades (Montes de Oca, 1997). Las diferentes provincias políticas están distribuidas tanto en la parte cordillerana como en los valles, en función del tamaño pueden ser agrupadas en tres grupos. El primer grupo reúne las provincias políticas con mayor extensión: Ayopaya, Chapare, Carrasco, Mizque y Campero. El segundo grupo agrupa las provincias de extensión superficial intermedia: Tiraque, Quillacollo, Tapacarí, Arque, Capinota y Esteban Arze. El tercer grupo está constituido por las provincias más pequeñas: Cercado, Germán Jordán, Punata, Arani y Bolívar (Montes de Oca, 1997).

4.2. CLIMA

El clima es el principal factor para el desarrollo y la distribución de la vegetación. Teniendo en cuenta este razonamiento, a continuación se describirá el clima de Sudamérica, incluido Bolivia y el Departamento de Cochabamba, en base a los trabajos realizados por diferentes investigadores, entre ellos están: Montes de Oca (1995, 1997), Morales (1979), Ronchail (1989), Roche, (1993), Hanagarth (1993), Killeen (1998), Emck *et al.*, (2006) , Navarro (1999, 2002 y 2011a) y (Ribera 2011).

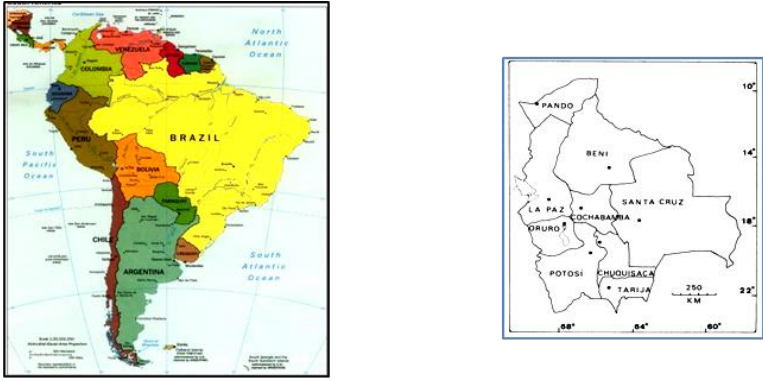


Figura 2. Mapa de Sudamérica y Bolivia
Fuente: Instituto Geográfico Militar, (1996)



Figura 3. Mapa físico y político del Departamento de Cochabamba
Fuente: Google Earth, (2015)

El clima actúa sobre la vegetación y los ecosistemas de Bolivia a nivel macroclimático, mesoclimático y microclimático:

- a) Nivel macroclimático: a nivel de región o zona del continente. El macroclima se caracteriza por los valores medios de los factores del clima que determinan el estado inferior de la capa de la atmósfera, con independencia de la topografía, el suelo o la vegetación.
- b) Nivel mesoclimático: corresponde a las variaciones locales del macroclima debidas a los efectos del relieve del paisaje, por ejemplo, laderas con diferente orientación, valles cerrados, territorios forestados, agrícolas u urbanizados.
- c) A nivel microclimático: corresponde a los valores medios de los factores del clima que ocurren entre los dos metros sobre el suelo donde crece la vegetación, y entre 0.5 - 1m por debajo del suelo. Las variaciones locales del clima determinadas por la microtopografía, la vegetación y el suelo, constituyen el microclima.

4.2.1. FENÓMENOS MACROCLIMÁTICOS

En el centro de Sudamérica y Bolivia, las condiciones macroclimáticas están caracterizadas por la estacionalidad de las precipitaciones, las cuales generan un contraste muy notorio entre la época seca (mayo a septiembre, para las tierras bajas de Bolivia, y de mayo a octubre para el Departamento de Cochabamba), que coincide con el solsticio de invierno, y la época de lluvias (octubre a abril para las tierras bajas de Bolivia, y de noviembre a abril para el Departamento de Cochabamba), que coincide con el solsticio de verano. Este comportamiento del régimen de la precipitación es característico del Macrobioclima Tropical, y afecta a todo el territorio boliviano, con excepción de los departamentos políticos ubicados en los valles interandinos con bioclima xerico, donde la precipitación tiene un comportamiento similar, a lo que ocurre en Cochabamba.

La estacionalidad de las precipitaciones es bien conocida y se explica en relación al sistema de circulación general de la atmosfera que rige en hemisferio sur, según el cual, el territorio boliviano, se encuentra dentro de dos fajas atmosféricas zonales.

- **La zona de convergencia intertropical (ZCIT):** ubicada en latitudes próximas al Ecuador está constituida por un centro de bajas presiones donde convergen los vientos alisios húmedos del noreste y sureste, los cuales generan lluvias abundantes en toda la zona de influencia de la ZCIT (Figuras 4 y 5).

- **El cinturón subtropical de altas presiones tropicales del hemisferio sur:** ubicado entre los 20 y 30 grados de latitud y constituido por dos centros de alta presión atmosférica ($P > 1020$ mb), uno está ubicado sobre el océano atlántico (anticiclón Santa Elena), y otro sobre el océano Pacífico (anticiclón del Pacífico sur), al oeste de las costas de Chile (Figura 6). El movimiento del aire en estos anticiclones es descendente girando en sentido contrario a las agujas del reloj. Al ser aire descendente la zona influenciada por este cinturón de altas presiones, recibe muy poca cantidad de lluvia. Estos cinturones de altas presiones no son estáticos a lo largo del año, sino que su posición y extensión varían latitudinalmente según la estación del año. Esta variación es la causa de la estacionalidad climática de Bolivia, incluido el Departamento de Cochabamba, y puede resumirse de la siguiente manera:
 - **Invierno del hemisferio sur:** durante este período de tiempo (junio a septiembre), el cinturón de altas presiones subtropicales ($P > 1020$ mb) se hallan comunicados a través de un “puente” de presiones atmosféricas limitadamente altas (1015 - 1020 mb), que atraviesa Sudamérica y por tanto Bolivia. En este escenario los vientos alisios del noreste se hallan debilitados e impedidos de ingresar al interior del continente, por la “barrera” constituida por el “puente” barométrico de altas presiones. Además de esta situación, la ZCIT se encuentra desplazada en la zona ecuatorial, por esta razón, existe una baja cantidad de precipitación durante el invierno de Sudamérica central, incluido el Departamento de Cochabamba.
 - **Verano del hemisferio sur:** durante este lapso de tiempo (diciembre a abril), los dos subcentros de altas presiones del Pacífico y del Atlántico, se hallan separados por una vaguada de bajas presiones ($P < 1010$ mb), que atraviesa Sudamérica desde el noreste en la zona ecuatorial al sur-suroeste, aproximadamente hasta los 30 °S. En este escenario los vientos alisios húmedos del noreste son impulsados por el subcentro del Atlántico de altas presiones e ingresan al interior del continente. Durante este episodio la ZCIT alcanza una ondulación en el centro de Sudamérica, con su máximo punto de inflexión en el Valle del Sajta (provincia política Chapare), en el Departamento de Cochabamba, donde la cantidad de lluvia es por encima de los 5000 mm/año. Toda esta situación, genera altas precipitaciones en Bolivia incluido el Departamento de Cochabamba.

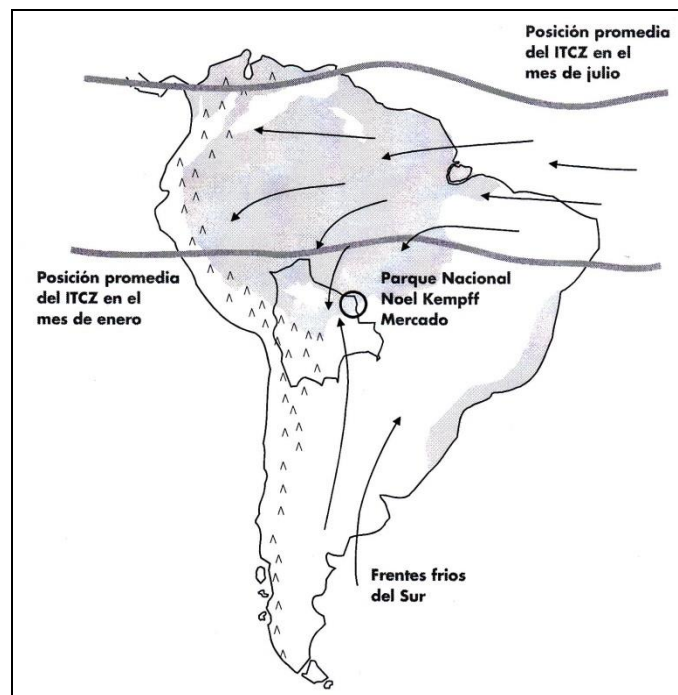


Figura 4. Posición de la Zona de Convergencia Intertropical en Enero y Julio
Fuente: Killeen, (1998)

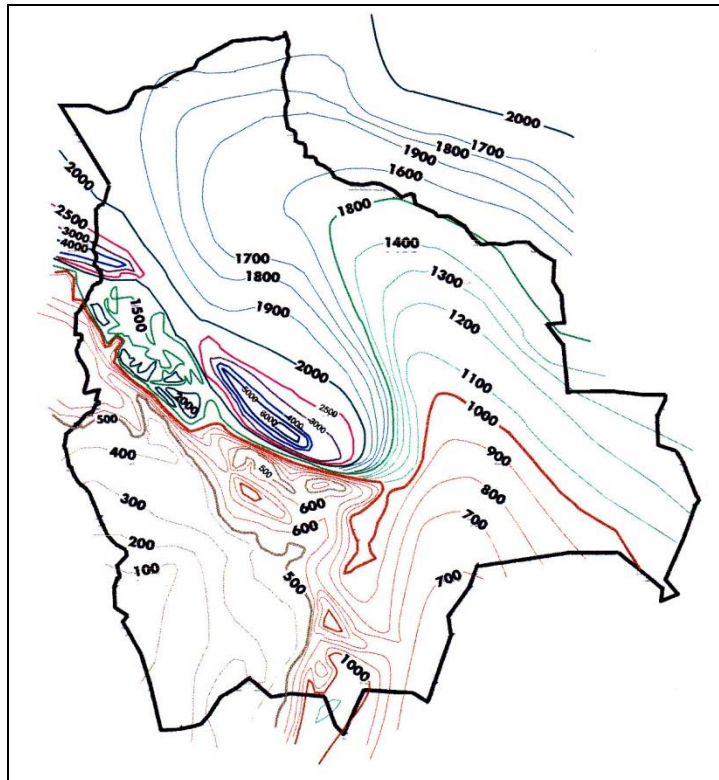


Figura 5. Isoyetas de precipitación para Bolivia
Fuente: Killeen, (1998)

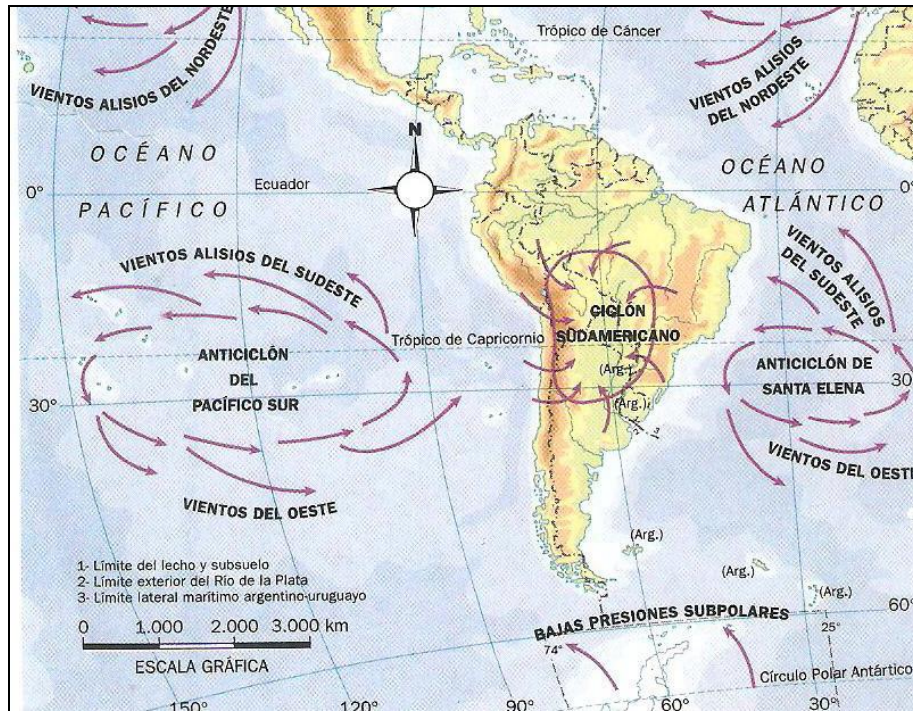


Figura 6. Ubicación de los anticiclones subtropicales de alta presión en Sudamérica
Fuente: Zabala, (2011)

Además del funcionamiento de este mecanismo de circulación atmosférica global existen otros dos mecanismos macroclimáticos, que afectan el clima de Bolivia, los cuales son:

- **Las advecciones frontales frías (surazos):** durante el invierno de Sudamérica ocurre el ingreso de masas de aire frío y denso, procedente del anticiclón del Antártico, este aire frío y denso atraviesa la cordillera andina del sur de Chile pasando por la Patagonia Argentina en dirección hacia el norte. Estas masas de aire frío y denso atraviesan una vaguada barométrica orientada de sur a norte, en el puente de altas presiones relativas que une los dos subcentros de altas presiones (Atlántico y Pacífico sur), durante el invierno austral y apartan las masas de aire de los cinturones atmosféricos templado y subtropical. En su recorrido hacia el norte el “surazo” choca frontalmente con las masas de aire cálido suspendiéndolas en altura y enfriándolas. Si las masas de aire tienen suficiente vapor de agua se producirán precipitaciones (sur lluvioso), caso contrario, no se producirán lluvias (sur seco).

A continuación se describirá de forma breve las fases de la ocurrencia del “surazo” en el Departamento de Cochabamba:

Fase previa: dos a tres días antes de la llegada de un “surazo” existe una nubosidad característica y repetitiva que comienza con la aparición de nubes altas correspondiente a la familia de los cirros, cirrocúmulos y cirroestratos, la presencia de este tipo de nubes indica el ingreso de un frente frío en altura.

Fase inicial: durante la fase inicial el cielo está cubierto con nubes del tipo cumulonimbos que generan precipitaciones o nevadas importantes (sur lluvioso), sobre todo en las partes altas de la Cordillera Oriental de Los Andes que ingresa al Departamento de Cochabamba, o lloviznas débiles a moderadas en los valles internos, asociadas a un descenso de la temperatura.

Fase de surazo: en los próximos 2 a 4 días, el cielo está cubierto con nubes del tipo cúmulos y nimboestratos con posibles lluvias y se mantienen las bajas temperaturas.

Fase final: en la fase final del “surazo”, se van abriendo claros en el cielo con presencia de nubes de hielo de la familia de los cirros.

Fase posterior: después del paso del “surazo” existe un tiempo despejado y en calma, con el incremento progresivo de las temperaturas. En esta fase es típica la nubosidad media y alta del tipo de altocúmulos lenticulares y cirros.

4.2.1.1. El Niño (ENSO) y la Niña: Las variaciones térmicas del océano Pacífico oriental originan los eventos del Niño y la Niña. En Bolivia el fenómeno climático del Niño, genera sequías en diferentes regiones del altiplano y heladas en el norte del altiplano de Bolivia, e inundaciones frecuentes en el oriente boliviano, relacionadas con la existencia de lluvias intensas e inusuales, que afectan principalmente la región central y norte del Beni, alternando con sequías drásticas en la llanura moxeña. Durante los episodios de la Niña las regiones de Bolivia con mayor riesgo ante desastres naturales son las tierras bajas o llanuras del Beni central y los conos aluviales de los ríos Chapare, Ichilo, Yapacaní, así como las cuencas de los ríos Mamoré y Beni. Los eventos del Niño, constituyen uno de los factores que determinan la variación del clima, con efectos que se traducen en la disminución de la cantidad total de precipitaciones y el incremento de las temperaturas. En cambio los efectos de la Niña parecen relacionarse con épocas más húmedas debido a las intensas precipitaciones con inundaciones en gran parte del país.

4.2.2. FENÓMENOS CLIMÁTICOS LOCALES Y MICROCLIMÁTICOS

Los mecanismos atmosféricos controladores del clima de Bolivia, incluido el Departamento de Cochabamba, están notablemente afectados por

los factores locales que afectan la cantidad de precipitación y la temperatura, entre ellos se encuentran:

4.2.2.1. Lluvias convectivas locales: se originan localmente a partir de la evaporación del suelo, los cuerpos de agua y la evapotranspiración de las plantas. Las lluvias convectivas locales tienen una gran importancia en la cantidad de lluvia anual en muchas zonas de Bolivia, incluido el Departamento de Cochabamba. Para que ocurra una lluvia convectiva es necesario dos cosas: humedad suficiente en una zona y existencia de inestabilidad atmosférica (gradiente adiabático), suficiente para que ocurra una condensación efectiva. Ambas condiciones ocurren en el verano austral, cuando las bajas presiones atmosféricas alcanzan el centro de Sudamérica. Las lluvias convectivas son capaces de generar precipitaciones tormentosas que afectan solo a determinadas zonas cubiertas por la tormenta. En Bolivia, este fenómeno es notorio en el Altiplano, el Chaco y en los Valles Interandinos que existen en el Departamento de Cochabamba. Por otra parte, es importante señalar que este tipo de lluvias, pueden determinar diferencias fenológicas importantes de la vegetación en cortas distancias y generar nevadas de corta duración en las altas montañas cordilleranas.

4.2.2.2. Efecto de valle interno o “sombra de lluvia”: afecta principalmente a los valles interandinos (varias provincias políticas del Departamento de Cochabamba se encuentran a “sombra de lluvia”) y también al Altiplano boliviano. Este hecho ocurre cuando determinadas zonas se encuentran a sotavento, es decir protegidas de los vientos alisios húmedos, los cuales son interceptados por las barreras cordilleranas, donde dejan caer la mayor parte de su contenido hídrico. Al ascender por las laderas de barlovento (expuesta al aire cálido y húmedo), los vientos pierden una gran parte de su humedad, al aumentar en altitud se enfrían y aumentan su densidad, descendiendo como vientos frescos y secos, pero a medida que descienden aumentan progresivamente su temperatura, de tal manera que, cuando llegan a la superficie de los valles secos internos y del Altiplano (subsistencia orográfica), el aire está caliente y seco.

4.2.2.3. Efecto orográfico frontal: Se produce cuando una masa de aire húmedo cálido es impulsado contra un relieve montañoso y obligado a ascender (ascendencia orográfica), produciendo precipitaciones que pueden ser intensas, cuanto más pronunciada y elevada sea la barrera orográfica. El tipo de lluvias orográficas es el principal responsable de las precipitaciones en los Yungas y laderas del subandino de Bolivia, incluido el Departamento de Cochabamba. En este escenario, los vientos alisios cálidos y húmedos con nubosidad asociada, se ven forzados a ascender por las laderas, ocasionando una franja de

nubosidad entre los 1 500 – 2 000 m hasta los 3 000 – 3500 m, la cual varía altitudinalmente y en espesor según las épocas del año.

4.2.2.4. Inversiones térmicas: se producen especialmente en invierno y en situaciones topográficas de llanuras rodeadas por cerros o serranías, en estas situaciones durante la noche el aire de las montañas es más frío y denso y se desliza por las laderas hacia la llanuras adyacentes, donde se ubican a manera de cuña en la parte inferior de la superficie, desplazando al aire cálido hacia las partes superiores, de esta manera se origina una acumulación de aire frío en las depresiones topográficas. El efecto de las inversiones térmicas hace que la temperatura de las mínimas de los meses más fríos (mayo a julio) sean más bajas en relación a la altitud de la estación meteorológica.

Con el fin de comparar los efectos de las inversiones térmicas en diferentes zonas de Bolivia, a continuación se describirá brevemente el efecto de este fenómeno climático en el Altiplano y en la ciudad del Cochabamba.

Debido a la fuerte inversión térmica que ocurre en la mayor parte del Altiplano sur de Bolivia, ubicado entre 3 600 - 3 700 m como altitud promedio que correspondería en otras zonas de la Cordillera Oriental de los Andes Bolivianos, al piso bioclimático supratropical, sin embargo, los disminuidos valores del índice de termicidad, lo sitúan en el piso bioclimático orotropical, lo cual tiene repercusiones importantes en la distribución de los ecosistemas y la vegetación.

En cambio, en los valles interandinos, como el de Cochabamba, aunque no tan marcados como ocurre en el Altiplano, también suceden efectos importantes de la inversión térmica de invierno, por ejemplo, en la ciudad de Cochabamba, existen diferencias de hasta 4.5 °C entre la zona del aeropuerto ubicado en el fondo del valle y los barrios ubicados en el piedemonte de la Cordillera del Tunari.

Uno de los fenómenos climáticos comunes por efecto de la inversión térmica es la formación de una capa de calima, constituida por vapor de agua, humo y polvo en suspensión que origina neblina que se estratifica en las capas inferiores de la atmósfera.

4.2.2.5. Exposición topográfica: la orientación geográfica de las laderas de las serranías tiene una importante influencia en el clima local. En las montañas de Bolivia de forma generalizada, las exposiciones al sur son más frías y húmedas, en cambio las exposiciones al norte son más calientes y por lo tanto más secas. Esto se debe a que en el hemisferio sur el sol declina hacia el norte al medio día (está inclinado hacia al norte), iluminando las laderas que miran hacia el norte y haciendo sombra a la laderas que miran al sur. Combinado con este efecto las

exposiciones al oeste también son relativamente calientes y secas, debido a que reciben los rayos del sol desde después del mediodía cuando las temperaturas del día son mayores, mientras que en exposiciones al este después del medio día la radiación solar recibida es menor. Este efecto es de gran importancia en la distribución de la vegetación, por esta razón en un valle en la ladera expuesta al sol existe un tipo de vegetación más exigente en humedad, mientras que en la otra la vegetación es más xerofítica. Finalmente, la exposición topográfica de las laderas influye en la cantidad de precipitación anual, por esta razón, en Bolivia las laderas montañosas expuestas a los vientos alisios (barlovento), son más húmedas que las laderas ubicadas a sotavento, que son menos lluviosas.

4.3. HIDROGRAFÍA

En Bolivia se diferencian tres cuencas principales denominadas, del Amazonas, del Plata y Cerrada o Altiplano (Montes de Oca, 1997). La cuenca del Amazonas se subdivide en cuencas menores, que a su vez se subdividen en otras subcuencas. El Departamento de Cochabamba se encuentra dentro de la cuenca del Amazonas, la cual tiene varias subcuencas y sub-subcuencas, como ser: la subcuenca del Mamoré y del Madera, y la sub-subcuenca del Beni, constituidas por amplios y caudalosos ríos, entre los más importantes destacan los ríos, Chapare e Ichilo que cruzan la llanura amazónica de la provincia política Chapare (Servicio Nacional de Hidrografía Naval, 1998), el Río Mizque que surca las provincias políticas de Mizque, Carrasco y Campero, el Río Caine que nace en la confluencia de los ríos Rocha y Arque en las proximidades de la población de Capinota, atraviesa el valle del mismo nombre y continúa su trayecto bordeando el límite sur de las provincias políticas Esteban Arce, Mizque y Campero (Instituto Geográfico Militar, 1997).

Por otra parte, según el mapa de hidroecoregiones de Bolivia Maldonado (2002), en el Departamento de Cochabamba confluyen tres Hidroecoregiones Maldonado y Goitia (2003). La Hidroecoregión Altoandina, Hidroecoregión de la Cordillera Oriental e Hidroecoregión de la Llanura Aluvial (Figura 7), ubicadas al interior de tres grandes cuencas: la cuenca del Río Beni, la cuenca del Río Grande y la cuenca del Río Ichilo-Chapare. Los ríos que recorren y desembocan en las hidroecoregiones mencionadas, presentan rasgos morfológicos y físicos que los caracterizan y diferencian, por ejemplo, los ríos de la Hidroecoregión Altoandina, son los de menor tamaño y de aguas más frías, los ríos de los niveles intermedios de los pisos ecológicos altimontano y montano, se caracterizan por tener elevadas pendientes y sustrato grueso. En cambio en los niveles inferiores (prepuna y basimontano/basal) existen ríos de mayor tamaño, con sustrato grueso y pendientes moderadas. Finalmente en el pie de monte, que

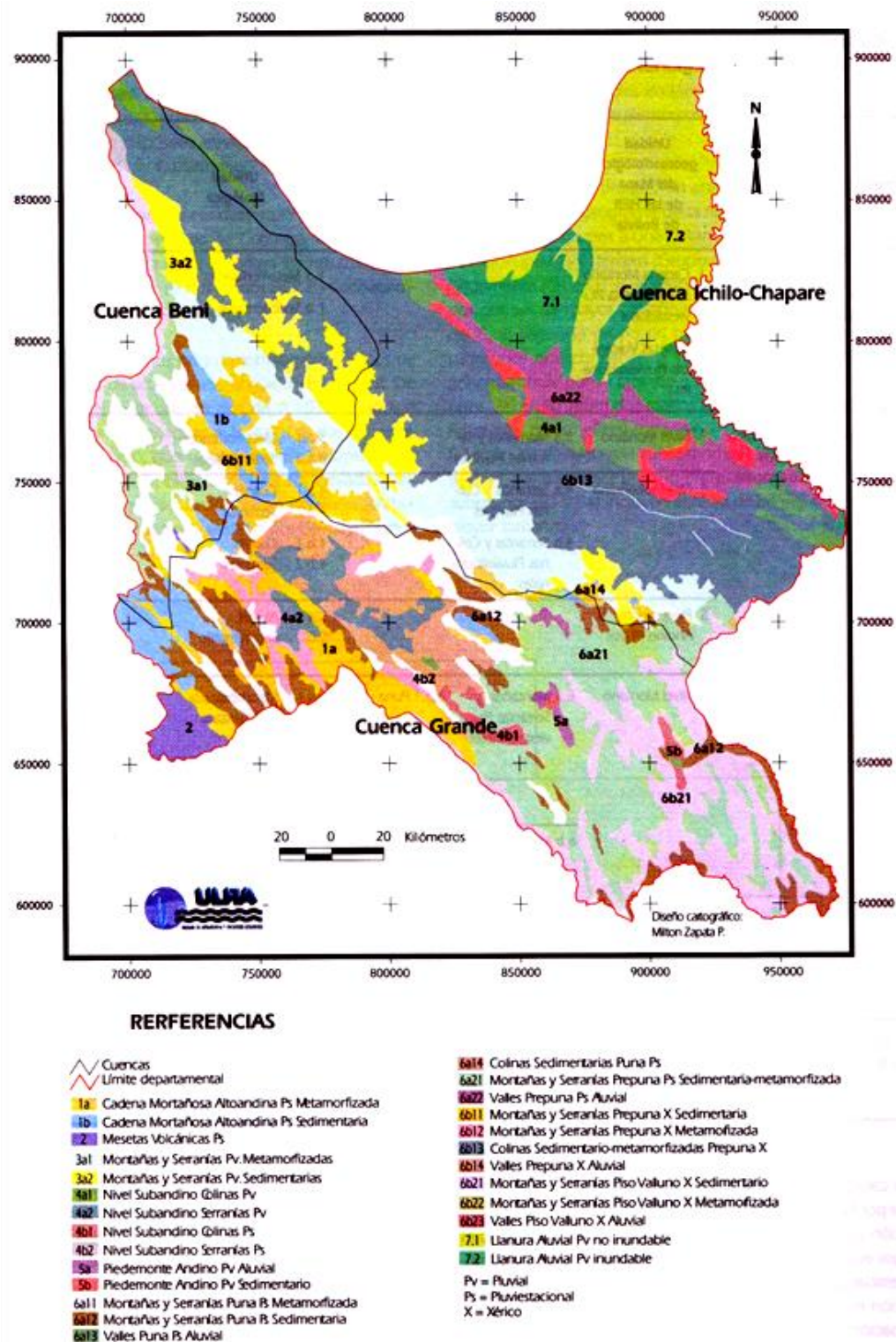


Figura 7. Mapa de las Hidroecoregiones del Departamento de Cochabamba
Fuente: Maldonado y Goitia, (2003)

corresponde al nivel de menor altitud, existen ríos de tamaño variable, con pendientes bajas, y sustratos constituidos por sedimentos de tamaño medio a fino (Maldonado y Goitia, 2003; Moya *et al.*, 2003).

4.4. FISIOGRAFÍA y SUELOS

4.4.1. FISIOGRAFÍA

En Bolivia se diferencian seis Provincias Fisiográficas (Servicio Geológico de Bolivia, 1994; Troën *et al.*, 1997) que de oeste a este son: Cordillera Occidental, Altiplano, Cordillera Oriental, Subandino (Faja subandina), Llanura Chaco-Beniana y Escudo Brasileiro.

En términos fisiográficos, aproximadamente el 50 % del Departamento de Cochabamba está inmerso en el gran paisaje de la Cordillera Oriental (Figura 8). Esta cordillera tiene un eje central que atraviesa los departamentos de La Paz, Oruro y Cochabamba con rumbo nor-noreste y sur-sureste, hasta las serranías de Tapacarí (17° 30' y 66° 30') en el Departamento de Cochabamba, de allí tuerce su rumbo hacia el sur atravesando el Departamento de Potosí, formando al norte, la Cordillera de Azanaques, y al sur las cordilleras de los Frailes, Chichas y Lípez (Montes de Oca, 1997). Dentro del paisaje cordillerano, resalta la Cordillera de Cochabamba, conformada por una serie de cadenas montañosas paralelas de dirección este-oeste. En el interior de la cordillera se encuentran otras cordilleras, cuyas alturas están entre los 4 000 a 5 000 m (ERTS- GEOBOL, 1982), entre algunas destacan las cordilleras de Arcopongo, Cocapata, Mazo Cruz, Yanakaka, Tunari, Totorá y Tiraque (Montes de Oca, 1997). La Cordillera de Cochabamba, a su vez, presenta subpaisajes conformados por serranías altas y bajas, y por valles angostos denominados valles interandinos (Servicio Geológico de Bolivia, 1994; Renner y Velasco, 2000).

Una parte del territorio del Departamento de Cochabamba se localiza en las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental de los Andes, la cual presenta una característica fisiográfica en cuanto a clima, suelo y paisaje, recibiendo el denominativo de Yungas (Montes de Oca, 1997). Los Yungas forman valles profundos que se sitúan entre las altas cumbres cordilleranas y los contrafuertes del subandino. En el Departamento de Cochabamba la unidad fisiográfica de los Yungas está representada por los Yungas de Corani, del Chapare y del Palmar, ubicados en la provincia política Chapare, los Yungas de Vandiola, situado en la provincia política Tiraque y los Yungas de Totorá y Pojo localizados en la provincia política Carrasco. Los Yungas están ubicados entre 1 000 y 2 500 m, mientras que las cabeceras o ceja de yungas se encuentran entre 2500 a 3500 m (Instituto Geográfico Militar, 1997; Montes de Oca, 1997).

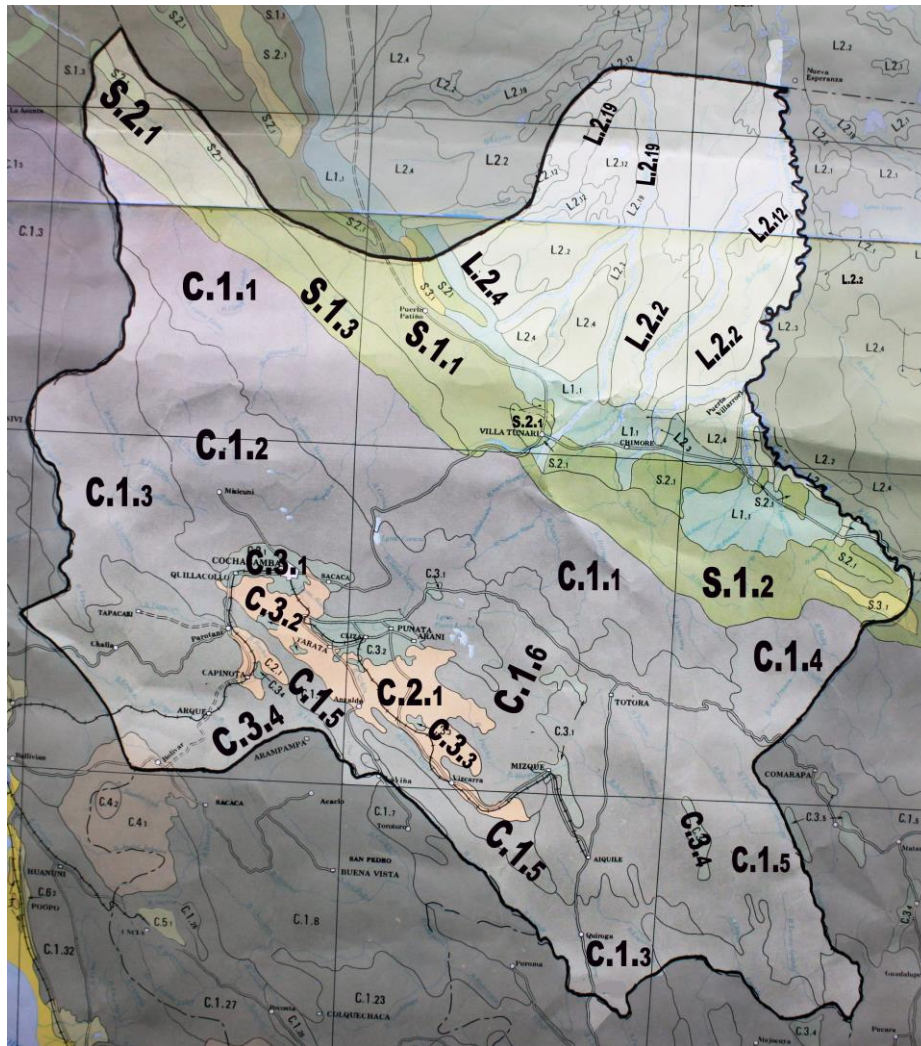


Figura 8. Provincias Fisiográficas del Departamento de Cochabamba
Fuente: Servicio Geológico de Bolivia, (1994)

C.1. Montañas y serranías

- C1.1. Paisaje de relieve alto, cimas agudas, pendientes muy escarpadas
- C1.2. Paisaje de relieve muy alto, con serranías modeladas por procesos glaciales
- C1.3. Paisaje montañoso de relieve alto a moderadamente bajo, de cimas redondeadas y alineadas
- C1.4. Paisaje de relieve moderadamente alto, serranías con pendientes moderadas a escarpadas
- C1.5. Paisaje de serranías de relieve moderadamente alto, cimas aplanadas, pendientes inclinadas
- C1.6. Paisaje de relieve moderadamente alto, formas alargadas y subparalelas, con terrazas aluviales

C.2. Colinas altas

- C2.1. Paisaje de relieve alto conformando interdepresiones de cimas redondeadas

C.3. Valles

- C3.1. Paisaje con relieve deprimido y piso aluvial amplio con terrazas, amplias llanuras aluviales
- C3.2. Paisaje de valle amplio, con llanuras de pie de monte y llanura aluvial amplia
- C3.3. Paisaje de relieve deprimido conformando valles de pendiente escarpada y terrazas aluviales
- C3.4. Paisaje de valle con formas colinosas con remanentes de pie de monte y terrazas aluviales

S.1. Serranías

- S1.1. Paisaje de relieve alto a moderadamente alto de formas alargadas y paralelas entre si
- S1.2. Paisaje de serranías altas y elongadas, subparalelas, fuertemente disectadas, pendientes elevadas
- S1.3. paisaje con predominancia de serranías altas y cimas irregulares, con pequeñas terrazas fluviales

S.2. Colinas

- S2.1. Paisaje de relieve alto a bajo, con formas redondeadas, con colinas escarpadas y de forma convexa
- L2. Llanura de pie de monte

L.1. Llanura de pie de monte

- L1.1. Paisaje de relieve bajo suavemente inclinada a plana

L2. Pedillanura

- L2.2. Paisaje de extensa llanura aluvial plana a casi plana.
- L2.4. paisaje de relieve plano con extensa llanura aluvial, con "curiches o bajos".
- L2.12. Paisaje de amplias llanuras onduladas a plano.
- L2.1.9. Paisaje de llanuras de inundación con terrazas aluviales, complejos de orillares y meandros

Otra parte del Departamento de Cochabamba está ubicado en los valles interandinos. Estos valles son planicies que tienen cierto declive hacia el este y se diferencian de los Yungas por su mayor aridez, según Muñoz-Reyes citado por Morales (1990), posiblemente alguna vez estos valles estuvieron ligados al Altiplano. Los principales valles ubicados en el interior de la Cordillera Oriental y que corresponden al territorio de Cochabamba son: Independencia, Morochata, Parotani, Arque, Punata, Cliza, Colomi, Tiraque, Arani, Totora, Mizque, Aiquile y Pasorapa (Montes de Oca, 1997). El mismo autor, señala que otra parte del territorio de Cochabamba está localizado en las serranías del subandino, distribuidas de forma paralela y cubiertas con una densa masa boscosa, estas serranías también forman valles angostos que poseen diferentes niveles altitudinales. El paisaje continua con el pie de monte subandino, la zona central del pie de monte subandino corresponde a la región del Chapare, se trata de un amplio relieve ondulado a colinoso, que está en contacto con la llanura Chaco-Beniana (Instituto Geográfico Militar, 1997). Finalmente una buena porción de territorio de Cochabamba está ubicada sobre la llanura Chaco-Beniana (Servicio Geológico de Bolivia, 1994).

Como se indicó en el párrafo anterior, en el Departamento de Cochabamba existe una diversidad de formas de relieve, que van desde zonas montañosas de 5035 m de altitud (Tunari), ubicadas al interior de la Cordillera Oriental de los Andes, hasta llanuras aluviales con elevaciones de 200 m, en el norte de Cochabamba. Esta situación genera una diversidad de paisajes fisiográficos, que para el área de estudio pueden resumirse en las siguientes unidades fisiográficas: montañas y serranías, valles interandinos (interandino centro), subandino centro, piedemonte norte y llanuras aluviales (Servicio Geológico de Bolivia, 1994; Montes de Oca, 1997; Navarro, 2002).

A continuación se describirán las características más relevantes de cada unidad fisiográfica con las clases de suelos predominantes. La descripción se realizará en base a los trabajos realizados por las siguientes instituciones e investigadores: Servicio Geológico de Bolivia (1994), Navarro *et al.*, (1994), Servicio Nacional de Geología y Minería (1996), Oller (1996), Instituto Geográfico Militar (1997), Montes de Oca (1997), Arrázola *et al.*, (2000), Renner y Velasco (2000), Suárez (2000), Navarro (2002), Prefectura Departamental de Cochabamba (2006), Navarro (2011a, 2011b).

4.4.1.1. MONTAÑAS Y SERRANÍAS

Desde el punto de vista geológico la Cordillera Oriental puede subdividirse en dos unidades: (1) la zona cordillerana situada en promedio por encima de los 2 000 m de altitud y (2) el subandino por debajo de los 2 000 m de altitud.

El sector noroeste de la Cordillera Oriental de los Andes que atraviesa el Departamento de Cochabamba está constituido por un paisaje fisiográfico de montañas y serranías que en promedio están por encima de los 2 000 m de altitud. Esta diversidad de relieve fisiográfico atraviesa Cochabamba con rumbo noroeste a noreste y fisiográficamente puede ser ordenado en tres zonas:

- Zonas con relieve montañoso alto de aspecto masivo y formas alargadas, con pendientes escarpadas a muy escarpadas, cimas amplias, agudas a redondeadas, fuertemente disectadas.
- Zonas de menor elevación con serranías modeladas por procesos glaciales, que albergan llanuras fluvio-glaciales y morrenas.
- Zonas con serranías de relieve alto a moderadamente bajo, de cimas redondeadas y alineadas, con pendientes inclinadas a moderadamente escarpadas y con disección moderada a fuertemente disectadas.

Hacia el suroeste del Departamento de Cochabamba existe un complejo de serranías alargadas de relieve alto y subparalelas entre sí, con pequeños piedemontes en las partes inferiores. Hacia el sur de este relieve en el límite con el Departamento de Oruro, existe una meseta de origen volcánico de relieve alto y plano fuertemente disectado, formado por tobas y flujos de lava y fisionomía ondulada. En cambio en el sureste del Departamento de Cochabamba, las altas montañas son reemplazadas por un paisaje de serranías de menor altitud con pendientes inclinadas, que contactan con otra unidad fisiográfica que además de tener bastante similitud con las características de la anterior unidad, exhibe cimas aplanadas y disectadas, con terrazas aluviales, pequeños piedemontes y valles internos. Finalmente, próximo a la zona central de Cochabamba existe una cadena montañosa moderadamente alta con formas alargadas y subparalelas conformada por diversos tipos de serranías y pequeñas terrazas aluviales.

4.4.1.1.1. Suelos

Los suelos de las montañas y serranías de la Cordillera Oriental de los Andes incluido el Departamento de Cochabamba, dada su extensión y diversidad de condiciones, son muy variados. Los principales grupos de suelos con sus características y distribución según la clasificación y nomenclatura de la FAO (1996), son los siguientes:

- Leptosoles: Suelos delgados, poco profundos, limitados por capas de rocas o por horizontes pedregosos. Se encuentran frecuentemente en laderas erosivas abruptas de las montañas y serranías, desde el piso ecológico basimontano al altoandino.

- Regosoles: Suelos sin desarrollo significativo del perfil, constituidos por depósitos de coluvios de ladera recientes, sueltos y procedentes de la erosión de afloramientos rocosos en laderas abruptas.
- Cambisoles: Suelos jóvenes moderadamente desarrollados, que muestran en el perfil procesos iniciales de transformación de materiales originales por meteorización o translocación. Se encuentran muy extendidos en la Cordillera de los Andes, en laderas montañosas con pendiente media a moderada y climas secos a subhúmedos.
- Umbrisoles: Suelos moderadamente desarrollados similares a los cambisoles, pero diferenciándose por presentar un horizonte superior profundo, oscuro y ácido, rico en materia orgánica. Están presentes en los Yungas y en la Provincia Boliviano-Tucumana, en laderas montañosas, con bioclimas húmedos pluviales a pluviestacionales.
- Luvisoles: Suelos evolucionados con desarrollo en el horizonte inferior de arcillas por lavado y arrastre de los horizontes superiores. Son suelos ricos en nutrientes y minerales, con arcillas de alta capacidad de intercambio catiónico. Se encuentran en laderas de serranías con pendiente escasa a moderada, en los Yungas y en la Provincia Boliviano-Tucumana, con bioclimas húmedos a subhúmedos, pluviales y pluviestacionales.
- Fluvisoles: Suelos de las llanuras aluviales y márgenes de Ríos, donde ocurre aporte de sedimentos transportados por el Río, erosión o remoción de los mismos.
- Histosoles: Suelos con amplios horizontes orgánicos oscuros, constituidos por restos vegetales poco a moderadamente descompuesto y saturados con agua todo el año. Se encuentran típicamente en las turberas altoandinas, distribuidos en las vegas y bofedales de las altas cordilleras.

4.4.1.2. VALLES (INTERANDINO)

En el interior de la Cordillera Oriental de los Andes que atraviesa el Departamento de Cochabamba, existe un paisaje fisiográfico conformado por valles internos ubicados en su mayoría a sombra de lluvia orográfica, estas formas de relieve se denominan valles interandinos o interandino. Esta unidad se caracteriza por presentar relieve deprimido y amplio a veces con formas colinosas adyacentes de pendientes suaves, con amplias llanuras aluviales y diferentes niveles de

terrazas fluviales y piedemontes. En el Departamento de Cochabamba los valles interandinos están distribuidos en las siguientes provincias políticas: Arani, Arque, Campero (Omereque y Pasorapa), Carrasco (Totora), Cercado, Chapare (Sacaba), Esteban Arce (Tarata), Germán Jordán (Cliza), Mizque (Mizque), Quillacollo y Punata.

Dentro de los valles interandinos existen importantes formas de relieve que pueden ser agrupadas en:

- **Piedemonte de los valles interandinos:** corresponde a la región de transición entre la unidad de montaña hacia la unidad de planicie o llanura de los valles interandinos. Este paisaje fisiográfico se caracteriza por la presencia de conos de talud de origen coluvial constituido por bloques, fragmentos y detritos producto del intemperismo y transportado a cortas distancias por acción de la gravedad e influencia fluvial. En esta zona se inicia la formación de abanicos aluviales que descienden hacia la parte plana del valle.
- **Abanicos aluviales:** corresponde a formaciones generadas por la remoción y transporte de materiales de las zonas altas hacia abajo, generados por torrentes de ríos, material aluvial y rocas con cantos rodados de diferente tamaño, que se depositan en forma de abanico. Todos los abanicos presentan gradación en el tamaño, siendo más gruesos hacia la cordillera y más finos hacia el nivel de base. Los abanicos aluviales tienen diferentes edades, los más antiguos están al borde de la cordillera, y en su mayoría son de origen fluvio-glaciar.
- **Glacis:** formado por la deposición de material de tipo coluvial y/o aluvial, presenta pendientes ligeras a moderadas y constituye la parte inicial de los valles. Este tipo de unidad suele hallarse en zonas de transición entre una elevación (serranía, colina) y una planicie o llanura, por ejemplo, las áreas considerables del valle de Sacaba (provincia política Chapare). En muchos valles el nivel del glacis enraíza en el piedemonte de las serranías y desciende a través de una suave rampa, enlazando con las terrazas fluviales ubicados en niveles superiores.
- **Terrazas fluviales:** constituidos por uno o varios depósitos de sedimentos del período Cuaternario (pleistoceno y holoceno). En algunos valles es posible encontrar terrazas fluviales con el primer nivel del pleistoceno relativamente bien conservado y situado sobre el nivel holoceno, este nivel está constituido por cantos rodados cuarcíticos de tamaño medio o grande, con matriz arenolimsa no cementados. El nivel pleistoceno más antiguo es más o menos disectado y total o parcialmente fosilizado por aportes

detríticos del piedemonte o por los materiales del glacis con el que conecta hacia las laderas montañosas.

- **Coluvios de ladera:** debido a las fuertes pendientes y a la intensa erosión, depósitos de coluvios cubren muchas zonas de las laderas, principalmente en los lugares donde existe disminución local de la pendiente o en situaciones de rellenos topográficos.

4.4.1.2.1. Suelos

- **Gleysoles:** Los suelos de los valles interandinos tienen una capa freática subterránea a poca profundidad o mucha profundidad, y según la clasificación de la FAO (1996), corresponde a los Gleysoles. En este tipo de suelos el agua subterránea oscila verticalmente, ascendiendo cerca de la superficie en época de lluvias y descendiendo en la época seca. Estos suelos están presentes en las llanuras aluviales y fluvioacustres, terrazas fluviales y abanicos aluviales del piedemonte de los valles atravesados por ríos.

4.4.1.3. SUBANDINO

A lo largo de las Sierras Subandinas actualmente se reconocen dos regiones: la occidental y la oriental, limitadas por el Río Chapare (17° S) en el sector de Villa Tunari - Río Chapare (provincia política Chapare), lugar de la inflexión con dirección sur de la Cordillera de Los Andes. La faja subandina está conformada por un conjunto de serranías con tendencia paralela y estilo tectónico isoclinal con rumbo nor-noroeste y nor-noreste, separados por valles sinclinales situados en promedio por debajo de los 2 000 m. En el Departamento de Cochabamba esta unidad fisiográfica se extiende desde el noroeste, en el límite con el Departamento de La Paz y Beni, hasta el sureste, en el límite con el Departamento de Santa Cruz.

- **Faja subandina occidental:** se prolonga desde el Departamento de La Paz y atraviesa el Departamento de Cochabamba desde el noroeste hasta el noreste de Cochabamba, y está compuesta por cordilleras de mayor altitud que la faja subandina oriental. De forma general, presenta relieve cordillerano alto y serranías moderadamente altas, con cimas irregulares, alargadas y paralelas entre sí, con pendientes moderadas a fuertemente escarpadas y de disección baja a moderadamente alta. En el interior de este paisaje fisiográfico existen valles con colinas bajas y terrazas aluviales.
- **Faja subandina oriental:** está presente en una pequeña sección del noreste del Departamento de Cochabamba y conecta hacia

el norte con las llanuras orientales de la Llanura Chaqueña-Beniana. De manera general, está conformada por serranías altas y alargadas, subparalelas, fuertemente disectadas y con pendientes escarpadas, que contacta con un conjunto de colinas de relieve alto a moderadamente bajo, con formas redondeadas y pequeños pedimentos entre las colinas. Entre las serranías y colinas, existen áreas con valles amplios, terrazas aluviales y pedimentos en las vertientes escarpadas.

4.4.1.3.1. Suelos

Los suelos del subandino son poco evolucionados a mediamente evolucionados, ubicados en laderas y cumbres montañosas. Según la clasificación de FAO (1996), los suelos del subandino ubicados en zonas con mayor humedad son Umbrisoles, mientras que en áreas subhúmedas con mayor extensión, los suelos generalmente son Luvisoles, Cambisoles y Leptosoles.

4.4.1.4. PIEDEMONTES SUBANDINO

Rodeando al subandino, al norte de Cochabamba se encuentra el paisaje fisiográfico del Piedemonte Subandino, que se extiende desde la frontera con Perú hasta el nor-noroeste de Santa Cruz. Este paisaje se caracteriza por presentar un relieve de suave pendiente y ondulado, donde los ríos llegan disminuyendo su velocidad y depositando su carga sedimentaria en forma de abanicos, presentando bajadas coluviales entrelazadas, de diverso grado de amplitud y terrazas aluviales de diverso grado de grosor. En general los depósitos aluviales son de gran espesor y están constituidos por materiales que van desde bloques hasta gravas, arenas y arcillas.

4.4.1.4.1. Suelos

Los suelos del Piedemonte Subandino tienen sedimentos finos y gruesos no consolidados, transportados del subandino norte por movimientos fluvio-coluviales. Los sedimentos contienen arenas de textura media y otros materiales de textura gruesa como los franco-arcillosos.

4.4.1.5. LLANURA CHACO-BENIANA

Al norte del Piedemonte Subandino existe un paisaje fisiográfico constituido por una amplia llanura aluvial plana a casi plana, surcado por antiguos cauces de drenaje con meandros abandonados y anegados por largos periodos de tiempo. Esta llanura aluvial recibe el nombre de Llanura Chaco-Beniana y se caracteriza por la ausencia de relieve montañoso y por la presencia de material aluvial consolidado de edad cuaternaria sobre depósitos sedimentarios de edad terciaria.

Al interior de este paisaje fisiográfico en el noreste del Departamento de Cochabamba, existe una planicie de inundación conformado por complejos de orillares, meandros abandonados y por diques naturales con varios niveles de terrazas de origen fluvial. En cambio en el noroeste existe un relieve plano constituido por una antigua llanura aluvial más o menos uniforme, con “curiches o bajíos” anegados y aislados entre ellos.

4.4.1.5.1. Suelos

La Llanura Chaco-Beniana que ingresa al Departamento de Cochabamba presenta dos tipos de suelos: (1) áreas con suelos bien drenados a moderadamente drenados que no se inundan por desbordamiento de ríos, ni por agua de lluvia y (2) áreas con suelos anegados que se desarrollan sobre sustratos hidromórficos, con suelos mal drenados y que se encharcan estacional o permanentemente.

Según la clasificación de la FAO (2006), esta clase de suelos pueden agruparse en dos conjuntos:

- Suelos de tierra firme, no inundables (Ferralsoles, Acrisoles, Lixisoles, Regosoles). Ubicados en las zonas elevadas y libres de inundación. Son suelos de color rojizo o amarillentos, pobres en nutrientes minerales, con bajas reservas de minerales intemperizables y con arcillas de baja capacidad de intercambio catiónico (caolinitas). Frecuentemente con horizontes inferiores o sub-superficiales con concreciones pedregosas de hierro y manganeso (pisolitos), que pueden llegar a constituir niveles de roca (lateritas).
- Suelos inundables (Fluvisoles, Gleysoles, Estagnosoles, Vertisoles), Ubicados en las zonas bajas del terreno y en las llanuras aluviales, pueden estar inundados estacional o permanentemente, por aguas de ríos o arroyos, como por agua procedente de las lluvias. Mayormente son suelos arcillosos o limosos, moderadamente ricos en nutrientes minerales.

4.5. GEOLOGÍA y ESTRATIGRAFÍA

Geológicamente la parte de la Cordillera Oriental que ingresa al Departamento de Cochabamba (Figura 9), presenta la secuencia más completa y compleja de Bolivia, con afloramientos de rocas proterozoicas a recientes y con secuencias marinas a continentales. Las facies también son variadas, mayormente clásticas, pero con desarrollo de plataformas carbonáticas en el carbonífero superior y pérmico; volcánicas y volcano-clásticas en diferentes sistemas en el Cenozoico (Suárez, 2000).

A continuación se realizará una descripción geológica, con las eras, períodos y épocas, incluyendo las formaciones estratigráficas, de las diferentes unidades fisiográficas propuestas para el Departamento de Cochabamba (Figura 9), en base a los trabajos realizados por: Arandia (1963), Pinto (1968), García (1989), Marshall (1989), Petriella y Suárez (1989), Villarroel *et al.*, (1994), Oller (1996), Servicio Nacional de Geología y Minería (1996), Suarez y Díaz (1996), González *et al.*, (1996), Ballon-Ayllon *et al.*, (1997), Montes de Oca (1997), Suarez (2000), Renner y Velasco (2000), Navarro (2002), Jiménez *et al.*, (2009), Navarro (2011b).

4.5.1. MONTAÑAS Y SERRANÍAS

4.5.1.1. PALEOZOICO

En las montañas y serranías del Departamento de Cochabamba, correspondientes a la Cordillera Oriental de los Andes, el Paleozoico, está representado por los períodos Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.

4.5.1.1.1. Período Cámbrico

Rocas del período Cámbrico se encuentran en la región del Chapare de Cochabamba, estas rocas son de bajo metamorfismo y comprenden una asociación de diferentes litologías, desde areniscas basales a rocas evaporíticas, cuerpos dolomíticos, fangolitas y paquetes calcáreos, están presentes en las formaciones Putintiri y Avispas.

- **Formación Putintiri:** constituido por un conjunto de rocas evaporíticas y calcáreas ubicadas en la carretera nueva Cochabamba-Villa Tunari. La parte basal está constituida por areniscas de grano fino, marrón oscuro y grisáceo con laminación paralela y ondulada. Por encima se encuentra un paquete de rocas evaporíticas (anhidrita) con intercalaciones areno-limosas y calcáreas; estas últimas se vuelven más definidas hacia el techo, donde se encuentra formado por calizas. En la parte inferior es posible encontrar cristales de yeso e inclusive cristales de piritita y hematita. El límite inferior no es observable, en cambio el límite superior es discordante con la Formación Avispas. Esta unidad no es fosilífera, esta atribuida al cámbrico inferior y se halla distribuida en el Interandino centro oriental.
- **Formación Avispas:** compuesta en la base por fangolitas litificadas de color verde, que hacia la parte superior se intercalan con una potente secuencia diamictítico-conglomerádica, provenientes de

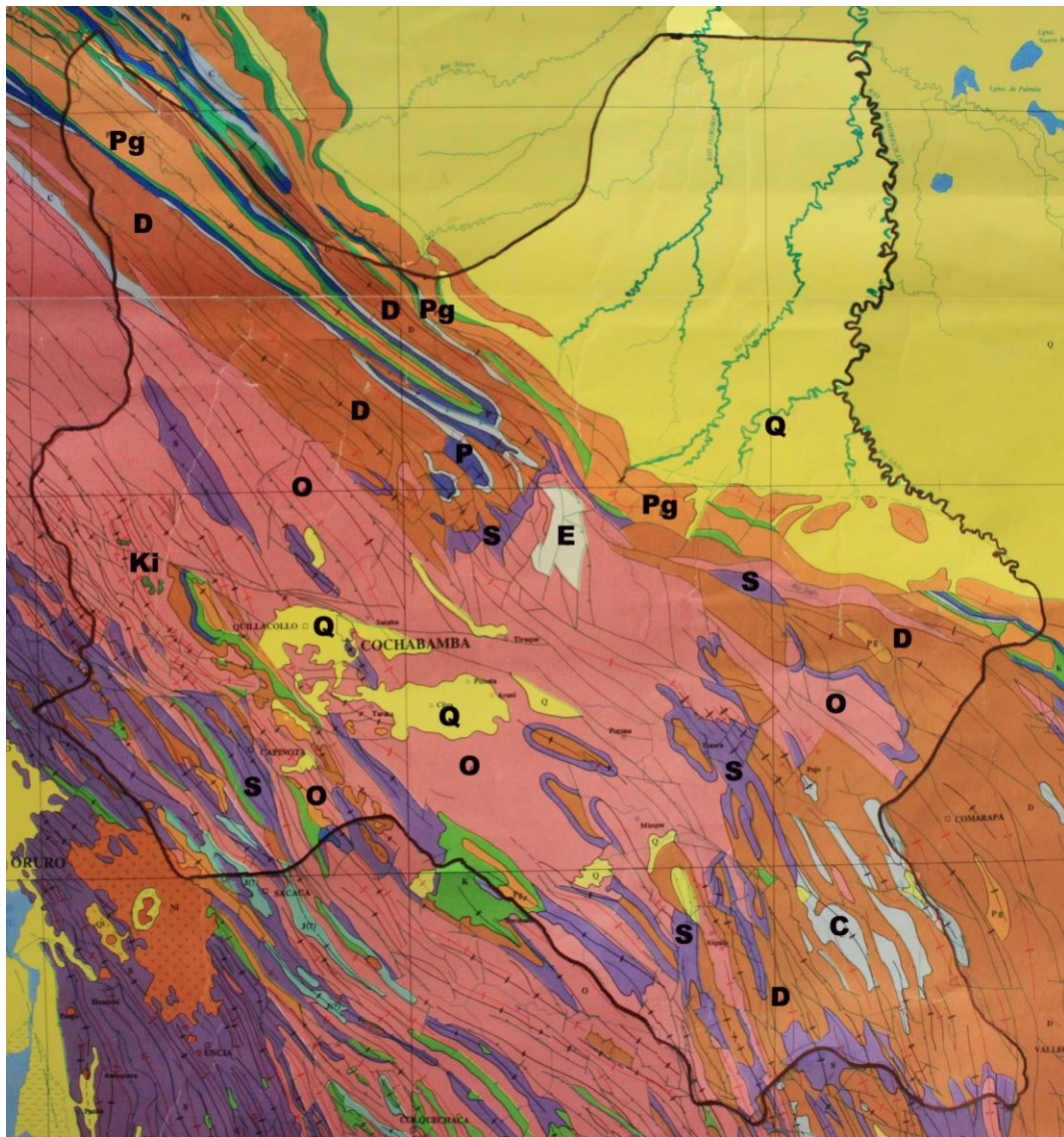


Figura 9. Mapa Geológico del Departamento de Cochabamba (1:1000.000)
Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería, (1996)

Leyenda:

- Q:** Cuaternario (Holoceno, Pleistoceno)
- Pg:** Paleógeno (Paleoceno, Eoceno, Oligoceno)
- Ki:** Cretácico
- C:** Carbonífero
- D:** Devónico
- S:** Silúrico
- O:** Ordovícico
- E:** Cámbrico

rocas subyacentes y principalmente de un cercano basamento metamórfico (neiss, migmatita, granito). Por sectores, estos bloques se presentan como clastos aislados caídos en las diamictitas, provenientes de glaciales marginales de tipo alpino. La secuencia culmina con niveles lenticulares de fangolitas y cuarcitas. El límite inferior es discordante con la Formación Putintiri y el límite superior con la Formación Capinota. Esta unidad aflora en la carretera nueva Cochabamba-Villa Tunari, es atribuida al Cámbrico superior-Ordovícico inferior, y está distribuida en el Interandino centro y zona centro oriental de la Cordillera Oriental.

4.5.1.1.2. Período Ordovícico

En la parte central de la Cordillera Oriental, incluido el Departamento de Cochabamba, están expuestas rocas del Ordovícico medio y superior que corresponden al Grupo Cochabamba, integrado de base a tope por las formaciones Capinota, Anzaldo, San Benito y Tokochi.

- **Formación Capinota:** constituido por lutitas y limolitas de color gris oscuro y cuya base no es visible en la región. Esta unidad fue depositada en el Ordovícico medio en un ambiente marino de plataforma profunda. Las lutitas de esta formación son rocas fosilíferas, con alto contenido de sulfuros, que al diluirse con el agua de lluvia, producen un empobrecimiento de los suelos del valle de Cochabamba. El límite inferior es concordante con la Formación Independencia y el límite superior es concordante con las formaciones Anzaldo y Amutara. Esta unidad está expuesta en el núcleo del anticlinal de Capinota (provincia política Capinota) y también entre Buena Vista y el Río Grande (provincia política Campero). Esta formación está distribuida en la parte central y norte de la Cordillera Oriental.
- **Formación Anzaldo:** constituye la formación más expuesta del Ordovícico en la parte central de Bolivia, teniendo su mejor desarrollo en Anzaldo (provincia política Esteban Arce) y en el cañón del Río Tucma (provincia política Mizque). En las afueras de la localidad de Anzaldo, cinco miembros bien distinguibles arman la litología de esta formación.
 - **Miembro uno:** compuesto por limolitas de color amarillo verdoso a gris oscuro, duras y micáceas, en bancos delgados de espesor variable, no mayor a 40 cm. Estas rocas son fosilíferas.
 - **Miembro dos:** constituido por lutitas gris verdosas, estratificadas en bancos de 30 cm. Friables, con intercalaciones de bancos delgados de limolitas gris verdosas. Estas rocas también son fosilíferas.

- **Miembro tres:** es el más grueso, constituido por lutitas monótonas de color amarillo verdoso a marrón amarillento, ligeramente micáceas, estratificadas en bancos de 5 cm a un metro.
- **Miembro cuatro:** lutitas de color gris oscuro en superficie fresca y gris claro en superficie meteorizada, algo micácea, friable, estratificada en bancos delgados. Tiene 120 m de espesor.
- **Miembro cinco:** alternancia de limolitas y areniscas cuarcíticas. El miembro tiene un espesor de 250 metros.

El límite inferior es concordante con la Formación Capinota y el límite superior es concordante con la Formación San Benito. Esta unidad es atribuida al Ordovícico superior y está distribuida en la parte central de la Cordillera Oriental.

- **Formación San Benito:** constituido por depósitos de plataforma somera, pero con influencia costera, compuesta por rocas ortocuarcitas muy duras, gris azuladas a blanquecinas, con esporádicos lentes calcáreos. Estas rocas son fosilíferas, especialmente en los niveles superiores próximos al contacto con la Formación Cancañiri, tal como ocurre en la Cordillera del Tunari (provincias políticas Quillacollo, Cercado y Chapare) donde se reportaron braquiópodos y bivalvos. El límite inferior es concordante con la Formación Anzaldo y el límite superior es concordante con la Formación Tokochi, o discordante con la Formación Cancañiri. Esta unidad es atribuida al Ordovícico superior y está expuesta en el cerro San Benito (provincia política Punata) en el valle alto de Cochabamba, en las serranías de Quinori (provincia política Mizque) y en el área del Río Grande (provincia política Campero). Esta formación se halla distribuida en la Cordillera Oriental y en el Subandino centro.
- **Formación Tokochi:** constituido por 50 a 200 m de lutitas negras ricas en materia orgánica y pirita, presentan por meteorización un color gris-ceniza característico. Estas rocas contienen restos fosilíferos de cefalópodos y graptofauna reportados en la localidad de Lampaya (provincia política Tapacaré). El límite inferior es concordante con la Formación San Benito y el límite superior es pseudoconcordante con la Formación Cancañiri. Esta unidad es atribuida al Ordovícico superior y está presente en determinadas localidades ubicadas en el sector Cochabamba-Oruro. Esta formación está distribuida en la Cordillera Oriental norte.

4.5.1.1.3. Período Silúrico

En la parte central y sur del borde oriental (o Faja andina-Subandina) de la Cordillera Oriental que ingresa a Cochabamba, existen afloramientos rocosos de edad silúrica. En este sector se definieron para el Departamento de Cochabamba las formaciones Cancañiri, Kirusillas y Tarabuco.

- **Formación Cancañiri:** la formación Cancañiri define el límite entre el Ordovício y el Silúrico y está constituido por sedimentos glaciomarininos y diamictitas originados en una cuenca somera, con desarrollo carbonático en la parte superior (Caliza Sacta). Los mayores afloramientos de estas diamictitas/tillitas incluyendo algunos niveles de lutitas y limolitas están ubicados en Lampaya (provincia política Tapacarí), en la Cordillera del Tunari (provincias políticas Ayopaya y Quillacollo), en las localidades de Pojo y Sacta (provincia política Carrasco), en el Río Sikiri, y Río Titiri. Estas rocas contienen una abundante fauna de trilobites, corales, braquiópodos y moluscos. El límite inferior es discordante sobre diferentes unidades ordovícicas y el límite superior es concordante con diferentes unidades silúricas. Esta unidad es atribuida al Silúrico inferior y está distribuida en la Cordillera Oriental centro y en el Interandino centro.
- **Formación Kirusillas:** se trata de una formación esencialmente pelítica depositada en un ambiente marino somero, distribuida a lo largo de todo el sector este de la Cordillera Oriental. Está constituida por lutitas grises oscuras, micáceas, finamente laminadas, físlas, untuosas al tacto. Hacia la parte superior intercalan delgados niveles de arenisca de grano fino, micáceas, finamente laminadas estratificadas en bancos lenticulares de 20-50 cm, intercaladas a veces con delgados niveles ferruginosos, con concreciones piritosas. Esta unidad aflora en el Río Sacta (provincia política Carrasco) y contiene registros de plantas vasculares primitivas ludlovianas, como *Cooksonia* y *Steganotheca* reportadas para la localidad de Jarkas (Departamento de Tarija) y en la localidad de La Angostura (Departamento de Santa Cruz). El límite inferior es concordante con la Formación Cancañiri y el superior es concordante con la Formación Tarabuco. Esta unidad es atribuida al Silúrico superior y está distribuida en la Cordillera Oriental centro y sur, y en el Subandino.
- **Formación Tarabuco:** corresponde a depósitos marinos de plataforma somera con influencia costera. La presencia de abundantes restos de plantas vasculares primitivas, indica la existencia de lagunas costeras de baja profundidad que fueron

erosionadas parcialmente por tormentas y trasladadas mar adentro. Litológicamente está constituida por areniscas y pelitas. Las areniscas son de grano fino a medio, gris claro a oscuro, micáceas, con laminación paralela y entrecruzada. Continúan limolitas de color gris oscuro con intercalaciones delgadas de areniscas gris blanquecino, finamente laminado. Las limolitas son micáceas fuertemente bioturbadas, con niveles ferruginosos de 10 cm de espesor y concreciones ferruginosas con contenido de pirita. El límite inferior es concordante con la Formación Kirusillas y superior concordante con la Formación Santa Rosa. Esta unidad es atribuida al Silúrico superior y está expuesta en el río Ivirizu (provincias políticas Carrasco y Tiraque), Río Chimoré (provincia política Carrasco) y en la zona del Palmar (provincia política Chapare). Esta formación está distribuida en la Cordillera Oriental centro y sur, y en el Subandino.

4.5.1.1.4. Período Devónico

El período Devónico de la Cordillera Oriental, correspondiente a la parte que ingresa al Departamento de Cochabamba, se caracteriza por la existencia de rocas provenientes de sedimentos marinos con buen contenido de fósiles invertebrados como trilobites conularias y braquiópodos, entre algunos. Durante este período se formaron rocas constituidas por arenisca de grano grueso, lutitas y areniscas denominadas Formación Santa Rosa, Icla, Huamanpampa y Los Monos.

- **Formación Santa Rosa:** esta formación es predominante arenosa, depositada en un ambiente marino de plataforma somera con influencia costera y deltaica o fluvial. Litológicamente está constituido por areniscas de grano fino a medio, gris olivo claro a gris oscuro, micáceas, con laminación paralela y ondulada, estratificada en bancos macizos de hasta 4 cm de areniscas conglomerádicas, con clastos de cuarzo, concreciones ferruginosas y de pirita. El límite inferior es concordante con la Formación Tarabuco y superior concordante con la Formación Icla. Esta unidad es atribuida al Devónico inferior y está expuesta en el río Chimoré (provincia política Carrasco) y en la zona de Pojo (provincia política Carrasco). Esta formación está distribuida en la Cordillera Oriental sur y en el Subandino.
- **Formación Icla:** sobre los sedimentos de la Formación Santa Rosa se desarrolla una secuencia de sedimentos más finos: limolitas, lutitas y areniscas de grano fino, con abundante fauna fósil de invertebrados marinos (trilobites, moluscos, equinodermos), denominada Formación Icla. Litológicamente está constituida por intercalaciones de pelitas y areniscas pelíticas. La pelitas son micáceas, gris oscuro, bioturbadas, con facies de Skolithos,

también existen nódulos de pirita y ferruginosos, y niveles con fuerte olor a hidrocarburos. Intercalan areniscas de grano fino, gris claro a gris olivo, micáceas, estratificadas en bancos de hasta cuatro metros, dándoles un aspecto macizo a estas arenas.

Esta secuencia representa una profundización de la cuenca y una paulatina somerización de la plataforma hacia el tope. El límite inferior es concordante con la Formación Santa Rosa y superior concordante con la Formación Huamanpampa. Esta unidad es atribuida al Devónico inferior y está expuesta en el río Sacta (provincia política Carrasco). Esta formación se halla distribuida en la Cordillera Oriental central y sur, y en el Subandino.

- **Formación Huamanpampa:** corresponde a una secuencia marina de plataforma somera con influencia costera y depositada en una cuenca de antepaís. Litológicamente está constituida por areniscas de grano fino a medio, gris olivo a gris oscuro, micáceas con laminación paralela y entrecruzada, con poca bioturbación, estratificados en bancos lenticulares de 0.5-2 m de potencia; intercalan delgados niveles lenticulares de 10 cm de arenisca fina calcárea y pelitas gris oscuras, micáceas. El límite inferior es concordante con la Formación Icla y superior concordante con la Formación Los Monos. Esta unidad es atribuida al Devónico inferior y está expuesta en los Ríos Chimoré (provincia política Carrasco) e Ivirizu (provincia política Carrasco y Tiraque) y en el sector de Pojo (provincia política Carrasco). Esta formación se encuentra distribuida en la Cordillera Oriental central y sur, y en el Subandino.
- **Formación Los Monos:** esta formación sobreyace de forma transicional sobre las areniscas Huamanpampa. Se trata de sedimentos marinos de plataforma somera, constituidos por una alternancia de lutitas, limolitas y areniscas, con predominio de las primeras. El límite inferior es concordante con la Formación Huamanpampa y superior concordante con la Formación Iquiri. Esta unidad está expuesta en el Río San Mateo y en el sector de Pojo (provincia política Carrasco). Esta formación es atribuida al Devónico medio y se halla distribuida en el centro y sur de la Cordillera Oriental, y en el Subandino.

4.5.1.1.5. Periodo Carbonífero

El período Carbonífero de la Cordillera Oriental, correspondiente a la parte que ingresa al Departamento de Cochabamba, está representado por la Formación Yaurichambi.

- **Formación Yaurichambi:** la litología predominante de esta unidad son areniscas de diferentes colores, con intercalaciones delgadas

de conglomerados hacia la parte inferior, de calcedonia, dolomía y lutitas hacia la parte superior. El espesor varía desde 10 m en Ancoraimes (provincia política Omasuyos, La Paz) hasta decenas de metros en Yurichambi, Apillapampa (provincia política Capinota) y en Morochata (provincia política Ayopaya). El Límite inferior es discordante con diferentes unidades y superior concordante con la Formación Copacabana. La unidad es atribuida al Carbonífero superior y está distribuida en el Altiplano norte y la Cordillera Oriental norte.

4.5.1.1.6. Período Pérmico

El período Carbonífero de la Cordillera Oriental, correspondiente a la parte que ingresa al Departamento de Cochabamba, está representado por las formaciones Copacabana y Chutani.

- **Formación Copacabana:** esta formación está constituida por calizas y areniscas con una potencia variable entre 60-300 m, depositadas en una plataforma marina y vinculada a un evento transgresivo registrado en el Carbonífero superior- Pérmico inferior. Los principales afloramientos se encuentran en el sinclinal de Morochata (provincia Ayopaya) con discordancias en su base (por encima del Devónico) y su tope (por debajo del Cretácico). Otras ocurrencias se encuentran al sur de Apillapampa (provincia política Capinota) y al norte de Tapacarí (provincia política Tapacarí). La edad pérmica está confirmada por los hallazgos fósiles de *Derbya buchi*, *Composita subtilita* y *Kochiproductus peruvianus*, entre algunos. El límite inferior es concordante con la Formación Yaurichambi y superior concordante con la Formación Chutani. Esta unidad es atribuida al Carbonífero superior-Pérmico inferior y está distribuida en la Cordillera Oriental central y en el Subandino.
- **Formación Chutani:** esta unidad existe en el sinclinal de Morachata (provincia política Ayopaya). Está constituida en la parte inferior por areniscas de grano medio, feldespáticas, con litoclastos angulosos de chert diseminados. En la parte superior está compuesta por una intercalación de calizas gris claro, margas violáceas verdosas y lutitas negras. El límite inferior es concordante con la Formación Copacabana y superior concordante con la Formación Tiquina. Esta unidad es atribuida al Pérmico medio-Triásico inferior y se halla distribuida en el Altiplano norte y Cordillera Oriental norte

4.5.1.2. MESOZOICO

En las montañas y serranías del Departamento de Cochabamba, el Mesozoico está representado por el período Triásico-Jurásico y el período Cretácico con transición al Paleoceno de la era Cenozoica.

4.5.1.2.1. Período Triásico-Jurásico

Durante los períodos Triásico y Jurásico en la región occidental de los departamentos de Cochabamba y Sucre se desarrolló una cuenca rift de trasarco, que fue rellenada con sedimentos continentales no fosilíferos y que corresponden a las formaciones Sayari y Ravelo.

- **Formación Sayari:** comprende conglomerados, areniscas conglomerádicas, areniscas limosas, limolitas y lutitas yesíferas rojas con delgados niveles algares y bancos de yeso blanco. Tiene un espesor de 300 m de sedimentos de origen fluvial y lacustre; el conjunto tiene un color predominantemente rojo. Esta unidad está expuesta en la quebrada del cerro Sayari de la provincia política Tapacarí (km 83, carretera Cochabamba-Confital). El límite inferior es discordante sobre unidades del Paleozoico y superior concordante con la Formación Ravelo. Esta unidad es atribuida al Triásico superior-Jurásico inferior y está distribuida en la Cordillera Oriental centro.
- **Formación Ravelo:** constituido por areniscas depositadas en un ambiente fluvial y eólico con influencia volcánica y lacustre, con frecuencia presentan textura bandeada de óxidos de hierro de origen secundario, la estratificación es cruzada y el espesor es de 1100 m. Hacia la parte superior existen intercalaciones de basaltos de hasta 10 m de espesor. Esta formación está expuesta en el sector Sayari-Parotani (provincia política Tapacarí y Quillacollo), así como en los departamentos de Sucre y Potosí. El límite inferior es discordante sobre diferentes unidades o concordante con la Formación Sayari y superior discordante con diferentes unidades. Esta unidad es atribuida al Jurásico y se halla distribuida en la Cordillera Oriental centro.

4.5.1.2.2. Período Cretácico-Paleoceno

El período Cretácico es poco difundido en Bolivia y se encuentra como remanente de varios núcleos sinclinales. Este período se caracteriza por la coloración marrón-rojiza de areniscas intercaladas con margas y calizas multicolores, con poco contenido de fósiles invertebrados y restos de peces. En Cochabamba el período Cretácico-Paleoceno está representado por la Formación El Molino.

- **Formación El Molino:** en el sinclinal de Morochata (provincia política Ayopaya) y su prolongación hacia el sur, la Formación El Molino está conformada mayormente por potentes bancos (900 m) de areniscas calcáreas (margas y fangolitas), en el tope existen delgados bancos de calizas con un espesor aproximado de 30 m. Esta formación es rica en fósiles, en la localidad de la Cabaña (provincia política Quillacollo), 33 km al oeste de Cochabamba tiene un buen desarrollo en facies lagunares y contiene restos fósiles de peces siluriformes y plantas. Esta formación también está presente en la región de Pajcha Pata, en el camino Cliza-Anzaldo (provincias políticas Germán Jordán y Esteban Arce), donde se colectaron dientes de dinosaurios terópodos y saurópodos. El límite inferior es concordante con las formaciones Chaunaca y Coroma o discordante con el basamento pre-Cretácico, el límite superior es concordante con la Formación Santa Lucia. Esta unidad es atribuida al Cretácico superior-Paleoceno y está distribuida en la Cordillera Oriental centro.

4.5.1.3. CENOZOICO

En las montañas y serranías del Departamento de Cochabamba, el Cenozoico está representado por el Paleógeno y el Neógeno, ambas unidades pertenecen al período Terciario.

4.5.1.3.1. Período Terciario

Las rocas que pertenecen al Terciario afloran en la parte occidental del Valle de Cochabamba, su litología está constituida por conglomerados y arcillas rojas de permeabilidad baja a media. Este período está representado por las formaciones Santa Lucia y Morochata.

4.5.1.3.1.1. Paleógeno (Paleoceno, Eoceno, Oligoceno)

El Paleógeno está representado por las formaciones Santa Lucia y Morochata.

- **Formación Santa Lucia:** presenta un buen desarrollo en el sector de Vila Vila (provincia política Mizque) y en la localidad de Tiupampa (Villa Viscarra, provincia política Mizque), donde es considerada como la localidad fosilífera más importante de esta formación. Tres miembros son conocidos en la Formación Santa Lucia: el inferior de limolitas con moldes de gastrópodos, de ambiente aluvial a distal lacustre; en el miembro medio se encontraron la mayoría de los vertebrados fósiles, tiene mayor tamaño de grano, constituido por areniscas de grano medio a conglomerádicas, con paleosuelos, correspondiendo a un

ambiente fluvial de ríos meandrones; el miembro superior constituido por fangolitas lacustres. El límite inferior es concordante con la Formación El Molino y superior discordante con la Formación Cayara. Esta unidad es atribuida al Paleoceno inferior y está distribuida en la Cordillera Oriental centro.

- **Formación Morochata:** esta formación está compuesta por sedimentos de origen fluvial que contienen conglomerados polimícticos y areniscas rojizas de origen fluvial, y abanicos aluviales de más de 500 m de potencia. Esta unidad tiene un buen desarrollo en Morochata (provincia política Ayopaya), Cordillera de Tapacarí (provincia política Tapacarí), Cordillera del Tunari (provincias políticas Quillacollo y Chapare) y en la cuenca de Cochabamba (provincias políticas Cercado, Quillacollo y Chapare). El límite inferior es discordante con la Formación Santa Lucía, y superior tectonizado. Esta unidad es atribuida al Eoceno-Oligoceno y se halla distribuida en la Cordillera Oriental centro.

4.5.1.3.1.2. Neógeno (Mioceno)

El Neógeno está representado por las formaciones Parotani, Bolívar, Morococala.

- **Formación Parotani:** compuesta por conglomerados, arcillitas y margas yesíferas con intercalaciones de tobas. Los sedimentos fueron depositados en un ambiente fluvio-lacustre y alcanzan un espesor de aproximadamente 20 m. Esta unidad está expuesta en la localidad de Parotani (provincia política Quillacollo) y en los valles de Capinota (provincia política Capinota). La Formación Parotani se encuentra en discordancia sobre diferentes formaciones más antiguas. Esta unidad es atribuida al Mioceno medio y está distribuida en la Cordillera Oriental centro.
- **Formación Bolívar:** esta formación se halla expuesta en el pueblo de Bolívar (provincia política Bolívar) y en la provincia política Arque. Está compuesta por sedimentos aluvio-fluviales y lacustres con facies evaporíticas, constituidos por conglomerados basales polimícticos, pelitas y areniscas con intercalaciones de tobas hacia el tope. Su espesor aproximado es de 700 m. A pocos kilómetros del límite zonal, se encuentra sobre la Formación Bolívar, una extensa y potente lava conocida como alta meseta de Morococala. El límite inferior es discordante sobre unidades del Paleozoico y superior concordante con la Formación Ravelo. Esta unidad es atribuida al Mioceno y está distribuida en la Cordillera Oriental, sector occidental.

- **Formación Morococala:** al este del Departamento de Oruro y sur-suroeste del Departamento de Cochabamba se encuentra la alta meseta de Morococala cubierta por tobas y lavas que corresponden a la Formación Morococala. Litológicamente las ignimbritas de esta formación constituyen flujos de ceniza diferenciadas en dos unidades de enfriamiento: la primera de composición riolita andalucítica y la segunda riolita cordierítica. Estas rocas corresponden a tres emisiones ignimbríticas con flujos de cenizas soldadas a no soldadas. Esta unidad está expuesta en Morococala al sudeste del Departamento de Oruro y en el sur-suroeste de la provincia política Bolívar. El límite inferior y superior es discordante con diferentes unidades. Esta unidad es atribuida al Mioceno superior y se halla distribuida en el sector occidental de la Cordillera Oriental.

4.5.2. VALLES (INTERANDINO)

4.5.2.1. CENOZOICO

En los valles interandinos del Departamento de Cochabamba, el Cenozoico está representado por sedimentos fluviales y lacustres, correspondientes al Neógeno (Terciario) y al Cuaternario.

4.5.2.1.1. Neógeno (Plioceno)

En algunos valles del Departamento de Cochabamba el Neógeno está representado por la Formación Sacaba.

- **Formación Sacaba:** compuesta por sedimentos fluviales y lacustres con influencia volcánica de aproximadamente 300 m de espesor. En estos sedimentos se encontraron restos de Gliptodontes en el valle del Río Rocha (provincias políticas Cercado y Chapare). Esta formación está expuesta en el valle de Sacaba (provincia política Chapare) y en el Valle Alto de Cochabamba (provincias políticas Germán Jordán, Esteban Arce y Punata). El límite inferior es discordante con diferentes unidades y el superior discordante con la Formación Loromayu. Esta unidad es atribuida al Plioceno superior y está distribuida en las cuencas de Cochabamba y Sacaba.

4.5.2.1.2. Cuaternario (Pleistoceno)

En el Departamento de Cochabamba el Cuaternario se caracteriza por la existencia de dos clases de depósitos sedimentarios compuestos por:

- a). Sedimentos de ambiente continental glacial, que corresponde a depósitos fluvio glaciales y coluvio glaciales, producidos durante el

último período glacial del Pleistoceno-Holoceno, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcillas, formando morrenas. Estos depósitos están ubicados en la parte noreste del área central de Cochabamba

b). Material depositado en ambiente continental durante el Holoceno sedimentario aluvial a coluvial. Agrupa a depósitos aluviales, abanicos aluviales, coluviales, coluvio fluviales y terrazas, constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas. Estos depósitos se encuentran en los valles, pendientes de colinas y serranías del área central de Cochabamba (provincia política Cercado).

- **Formación Loro Mayu:** esta formación se encuentra en el valle de Sacaba (provincia política Chapare), debajo de los sedimentos lacustres cuaternarios. Los sedimentos subyacentes al cuaternario son depósitos lacustres típicos de un relleno de cuenca y se presentan como una alternancia de arenas y arcillas, con elementos detríticos en los bordes de la cuenca. En el Río Loromayu (provincia política Chapare) la serie lacustre muestra limos arcillosos-arenosos con capas de arcillas y arenas, además de niveles de cinerita y cargas de gravas en la parte superior. El límite inferior es discordante sobre la Formación Sacaba. Esta unidad es atribuida al Pleistoceno (Cuaternario) y está presente en la cuenca de Sacaba.
- **Formación Aiquile:** compuesta por sedimentos que rellenan pequeñas cuencas de "piggy-back" en la zona de Mizque (provincia política Mizque) y en Aiquile (provincia política Campero). El límite inferior es discordante sobre diferentes unidades. Esta unidad es atribuida al Pleistoceno (Cuaternario) y está distribuido en el Interandino Centro.

4.5.3. SUBANDINO

La parte del Subandino que ingresa al Departamento de Cochabamba, está representado por rocas sedimentarias de edad paleozoica, mesozoica y cenozoica.

4.5.3.1. PALEOZOICO

De manera general las serranías del Subandino que ingresan al Departamento de Cochabamba, están constituidas por rocas sedimentarias de la era Paleozoica (períodos Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero), Mesozoica (períodos Jurásico-Cretácico) y Neógeno (Mioceno, Plioceno), con predominio de areniscas, conglomerados, lutitas, calizas y margas.

4.5.3.1.1. Período Ordovícico

En las serranías del Subandino del Departamento de Cochabamba, el período Ordovícico está representado por la Formación San Benito.

- **Formación San Benito:** esta unidad está presente en el área del Río Grande (provincia política Campero) y que corresponde al Subandino centro. La Formación San Benito ya fue descrita con detalle en el subtítulo 4.5.1.1.2.

4.5.3.1.2. Período Silúrico

El período Silúrico está representado por la Formación Cancañiri-Sacta.

- **Formación Cancañiri-Sacta:** se encuentra en muchos pozos del área Boomerang por encima de rocas del basamento Brasileño. Estos sedimentos se presentan en fase diamicítica como carbonática. La Formación Cancañiri-Sacta forma parte del Miembro Sacta. El límite inferior de este miembro es concordante con otras unidades, el límite superior es concordante con la Formación Kirusillas. La unidad es atribuida al Silúrico inferior a medio y está distribuido en el Subandino y subsuelo de la llanura aluvial del Chapare (provincia política Chapare).

4.5.3.1.3. Período Devónico

Los afloramientos de rocas devónicas en el Subandino sur están restringidos a las unidades superiores (formaciones Santa Rosa, Icla, Huamanpampa Los Monos, Iquiri). Estas rocas están desarrolladas en las culminaciones de la mayoría de los anticlinales o expuestas por fallas inversas.

- **Formación Santa Rosa:** compuesta por areniscas entrecruzadas ubicadas a gran profundidad (2 088 m). Por la profundidad a la que se encuentran, la materia orgánica contenida en los sedimentos está sobremadurada y es fuente de hidrocarburos gaseosos. Esta unidad está expuesta en el Río Chimoré (provincia política Carrasco) y está distribuida en el Subandino centro. Esta formación fue descrita con más detalle en el subtítulo 4.5.1.1.4.
- **Formación Icla:** los sedimentos pelíticos de esta formación están presentes en el subsuelo de la faja subandina norte y constituyen una excelente roca madre generadora de hidrocarburos. Esta formación fue descrita con más detalle en el subtítulo 4.5.1.1.4. serranías.

- **Formación Huamanpampa:** las arenas de esta formación afloran en algunos sectores del subsuelo del Subandino sur y son consideradas como rocas reservorio de petróleo. Esta formación aflora en el Río Ivirizu (provincia Tiraque) y Río Chimoré (provincia Carrasco) y fue descrita con más detalle en el subtítulo 4.5.1.1.4.
- **Formación Los Monos:** los sedimentos marinos de esta unidad están constituidos por una alternancia de lutitas, limolitas y areniscas. Esta unidad está presente en el Subandino sur, en las localidades de Pojo y el Río San Mateo (provincia política Carrasco). Esta formación fue descrita con más detalle en el subtítulo 4.5.1.1.4.
- **Formación Iquiri:** en la sección del Río Grande (provincia Campero) esta formación está compuesta en gran porcentaje de lutitas arenosas. Los sedimentos son micáceos y claros en contraste con los colores oscuros de la Formación Los Monos. Debido a la similitud litológica que muestran las formaciones Iquiri y Los Monos, algunos autores han optado por agruparlas dentro de una unidad denominada complejo Los Mono-Iquiri. El límite inferior es concordante y transicional con la Formación Los Monos y superior discordante con el Grupo Macharetí. Esta unidad ha sido atribuida al Devónico y está distribuida en el Subandino sur.

4.5.3.1.4. Período Carbonífero

En las serranías del Subandino que ingresan al Departamento de Cochabamba el Carbonífero está representado por la Formación Escarpment.

- **Formación Escarpment:** se llama así por la tendencia a formar acantilados, escarpes, chorros y cañones. La unidad está constituida por una serie maciza de areniscas, en su mayoría de grano medio a grueso, de color amarillo a ocre y en lagunas localidades con algunos conglomerados en la base. En la actualidad la Formación Escarpment forman característicos farallones verticales entre Villa Granado y Peña Colorada (provincia política Campero). El límite inferior es erosivo con unidades del Grupo Macharetí y superior concordante con la Formación San Telmo. La unidad es atribuida al periodo Carbonífero y está distribuida en el Subandino centro y sur.

4.5.3.1.5. Período Pérmico

Las serranías del Subandino que ingresan al Departamento de Cochabamba, el Pérmico está representado por la Formación Copacabana.

- **Formación Copacabana:** en la faja del Subandino, comprende 408 m de calizas fosilíferas con intercalaciones en su parte superior de lutitas carbonosas, limolitas y areniscas verdes. Esta unidad fue descrita con más detalle en el subtítulo 4.5.1.1.6.

4.5.3.2. MESOZOICO

De manera general una parte de las serranías del Subandino que ingresan al Departamento de Cochabamba, corresponden a rocas sedimentarias de la era Paleozoica (períodos Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero), Mesozoica (períodos Jurásico-Cretácico) y Neógeno (Mioceno-Plioceno), con predominio de areniscas, conglomerados, lutitas, calizas y margas.

4.5.3.2.1. Período Jurásico-Cretácico

En la parte del Subandino que ingresa al Departamento de Cochabamba el período Jurásico-Cretácico está representado por la Formación Ichoa.

- **Formación Ichoa:** formada por una secuencia de 100 a 400 m de espesor y constituido por un conglomerado basal oligomítico, seguido de areniscas de grano fino, intercalada por niveles limolíticos. Se considera que fue depositada en ambientes fluviales y eólicos, con cierta influencia lacustre. Esta formación está presente en el Río Alto Ichoa, afluente del Río Ichilo en el corte de la Serranía la Sarca (provincia política Carrasco). El límite inferior es discordante con diferentes unidades del Paleozoico superior o concordante con otras unidades del grupo Tacurú, el límite superior es discordante con diferentes unidades cretácicas y terciarias o concordante con la Formación Yantata. Esta unidad es atribuida al Jurásico o Cretácico y se halla distribuida en el Subandino centro y sur, y en la llanura chaqueña.

4.5.3.3. CENOZOICO

El Cenozoico, en la parte de las serranías del Subandino que ingresan al Departamento de Cochabamba, está representado por el Neógeno (Mioceno, Plioceno) de edad terciaria.

4.5.3.3.1. Neógeno (Mioceno, Plioceno)

Representado por las formaciones Quendeque, Yecua y Tutumo.

- **Formación Quendeque:** es una unidad continental de origen fluvial y lacustre. Corresponde a secuencias de ríos meandriformes y anastomosados, depositados en cuenca de antepaís de la

Cordillera Oriental. Litológicamente está representado por arcillitas y limolitas rojo ladrillo con intercalaciones de paquetes de areniscas ligeramente micáceas, limosas, levemente calcáreas, muy finas y lenticulares. Esta formación está expuesta en el Río Iro Plumo, afluente del Río Sécuré (provincia política Ayopaya) en el flanco nororiental de la Serranía de Mosetenes (provincia política Ayopaya), donde se colectaron fragmentos de un mamífero fósil (*Trachytherus subandinus*), restringido al Oligoceno superior-Mioceno inferior. El límite inferior es concordante con la Formación Bala y superior discordante con la Formación Charqui. Esta unidad es atribuida al Mioceno inferior y está distribuido en el Subandino norte, la llanura beniana y Madre de Dios.

- **Formación Yecua:** formada por una secuencia de espesor promedio de 400 m de pelitas. Estos sedimentos corresponden a limolitas y arcillitas, ligeramente calcáreas, depositadas en ambientes deltaicos y costeros, someros y salobres, producto de una marcada influencia marina. Esta formación es muy fosilífera, habiéndose encontrado en el Río Coni y Río Caimán Poza a 230 km al oeste-noroeste del Departamento de Santa Cruz y 110 Km al este-noreste del Departamento de Cochabamba restos de huesos de un cocodrilo gigante y restos fósiles de peces indeterminados. El límite inferior es concordante con la Formación Petaca, el límite superior es transicional con la Formación Tariquí. Esta unidad es atribuida al Mioceno superior y está distribuida en el Subandino sur.
- **Formación Tutumo:** litológicamente está constituida por conglomerados, areniscas conglomerádicas, areniscas y arcillitas. El componente psefítico es dominante y está compuesto por clastos subredondeados de cuarcitas grises paleozoicas, areniscas cretácicas y terciarias, cuarzo lechoso y chert rosado. Existen buenos afloramientos de esta formación en el núcleo del sinclinal de Copacabana, cerca de Villa Tunari (provincia política Chapare) y en el flanco nororiental del anticlinal de Chimoré (provincia política Carrasco). El límite inferior es discordante con la Formación Charqui. La unidad es atribuida al Plioceno y está distribuido en el Subandino norte.

4.5.4. LLANURA CHAPARE-BOOMERANG

Es importante señalar que esta comarca geológica no corresponde a una provincia geológica definida, se trata de una superposición de varias provincias que por sus características de borde de cuenca contra el Cratón de Guaporé, guardan relaciones estratigráficas y tectónicas. Esta región abarca desde las llanuras del Chapare-Boomerang hasta las Sierras Chiquitanas. En el interior de la llanura

Chapare-Boomerang, es decir, entre los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, se encuentra la faja Chapare-Boomerang.

4.5.4.1. Faja Chapare-Boomerang

La faja Chapare-Boomerang es una región significativa para Bolivia debido al descubrimiento de importantes estructuras con hidrocarburos. Esta faja se amplía en dirección noroeste-sudeste, hasta las sierras y llanuras chiquitanas en el extremo oriental de Bolivia, en estas llanuras solo afloran sedimentos del Neógeno y Cuaternario depositadas sobre el basamento cristalino del Proterozoico.

4.5.4.1.1. PALEOZOICO

El Paleozoico en la faja Chapare-Boomerang, está representado principalmente por rocas de edad Silúrica y Devónica.

4.5.4.1.1.1. Período Silúrico

En la llanura de la faja Chapare-Boomerang que ingresa al Departamento de Cochabamba, el Silúrico está representado por las formaciones Cancañiri/Sacta y el Carmen.

- **Formación Cancañiri/Sacta:** se encuentra en muchos pozos petrolero-gasíferos del área Boomerang por encima de las rocas del Basamento Brasileño. Los sedimentos se presentan en fase diamictítica y en fase carbonática
- **Formación El Carmen:** esta formación se encuentra en el subsuelo de la faja Chapare-Boomerang. Litológicamente está constituida por intercalaciones de lutitas, limolitas y areniscas, y niveles arenosos que constituyen reservorios de interés como la arenisca Sara. Los cuerpos arenosos poseen características petrofísicas, con colores blanquecinos y grisáceos, de grano grueso en la base y fino en el tope, subredondeados, con matriz arcillosa y cemento silíceo.

4.5.4.1.1.2. Período Devónico

En la llanura de la faja Chapare-Boomerang que ingresa al Departamento de Cochabamba, el Devónico está representado por la formación Roboré.

- **Formación Roboré:** en el subsuelo de la faja Chapare-Boomerang, representa la intercalación areno-arcillosa que se ubica entre la Arenisca Sara y la Formación El Carmen, y las pilas de la Formación el Limoncito suprayacente. Esta formación se divide en dos miembros, el basal mayoritariamente arcilloso, denominado

Miembro Boomerang, conocido como “miembro pelítico”. El miembro superior denominado Miembro Yapacani corresponde a una intercalación de areniscas y horizontes pelíticos.

4.5.4.1.1.3. Período Jurásico-Cretácico

En la faja Chapare - Boomerang que ingresa al Departamento de Cochabamba, el período Jurásico-Cretácico está representado por las formaciones Ichoa y Yantata.

- **Formación Ichoa:** estas rocas sobreyacen discordantemente sobre sedimentos de edad silúrica como devónica. Presenta espesores variables entre 100 y 400 m, constituido por un conglomerado basal oligomítico, seguido de areniscas de grano fino, intercaladas con niveles limolíticos.
- **Formación Yantata:** se encuentra en el subsuelo del área Chapare-boomerang, está constituido por areniscas fluviales con un espesor variable entre 50 y 120 m. La base presenta areniscas calcáreas, intercalaciones de limolitas y niveles con calcedonia.

4.5.4.1.2. CENOZOICO

En la llanura de la faja Chapare-Boomerang que ingresa al Departamento de Cochabamba, el Cenozoico, está representado por rocas y sedimentos correspondientes al Paleógeno-Neógeno de la era Terciaria.

4.5.4.1.2.1. Paleógeno-Neógeno (Oligoceno-Mioceno)

El Paleógeno-Neógeno de la llanura de la faja Chapare-Boomerang que ingresa al Departamento de Cochabamba, está representado por las formaciones Petaca y Yecua.

- **Formación Petaca:** constituido por areniscas, conglomerados y areniscas conglomerádicas, con espesor promedio de 60 a 70 m. con esta unidad se da inicio a la sedimentación cenozoica en la región. Las rocas fueron depositadas en un ambiente aluvial y fluvial de ríos entrelazados, en los que la acción de los canales muestra una acción erosiva importante. Las planicies fluviales corresponden a una cuenca de antepaís de la Cordillera Oriental.
- **Formación Yecua:** constituido por una secuencia de sedimentos de espesor promedio de 400 m de pelitas, que corresponden a limolitas y arcilitas, ligeramente calcáreas, depositadas en ambientes deltaicos y costeros, someros y salobres, producto de una marcada influencia marina.

V. BIOGEOGRAFÍA Y VEGETACIÓN

5.1. BIOGEOGRAFÍA

Según el mapa biogeográfico de América del Sur de Rivas-Martínez *et al.*, (2011b), el Reino Neotropical-Austroamericano (Figura 14), está constituido por tres subreinos con diferentes bioclimas: el Neotropical con bioclima tropical (donde pertenece Bolivia y el Departamento de Cochabamba), el Austro-Americano con bioclima templado, mediterráneo y boreal, y el Circumantártico con bioclima polar. Por otra parte, el subreino Neotropical con macrobioclima tropical se encuentra en todos los territorios de la cintura latitudinal ecuatorial y eutropical (0°-23 ° N y S), así como también, en la cintura subtropical (23°-35° N y S).

De acuerdo a Rivas-Martínez *et al.*, (2011b), en el Reino Neotropical existen 8 superegiones, 4 regiones y 37 provincias biogeográficas. Según esta categorización biogeográfica, en Bolivia concurren tres superegiones: Amazónica-Guayanense, Chaqueña-Brasileña, Surandina Tropical, y cuatro regiones biogeográficas: Amazónica, Brasileño-Paranaense, Chaqueña y Andina Tropical, y según el mapa biogeográfico de Bolivia de Navarro y Ferreira (2009), elaborado en base a la metodología de Rivas-Martínez, en el territorio boliviano existen 10 provincias biogeográficas: Amazónica Suroccidental, Amazónica Centro-Sureña, Cerradense Occidental, Beniana, del Pantanal, Chaqueña Septentrional, Yungueña Peruano-Boliviana, Puneña Mesófitica, Puneña Xerofítica, Boliviano-Tucumana (Figura 15). Del conjunto de unidades biogeográficas propuestas para Bolivia, seis provincias biogeográficas concurren en el Departamento de Cochabamba (Navarro y Ferreira, 2009; Navarro, 2011a; Navarro, 2012). Este elevado número de provincias biogeográficas concentradas en un solo departamento político, puede ser explicado por la ubicación central que ocupa el Departamento de Cochabamba al interior de Bolivia. La ubicación central de Cochabamba favorece la existencia de una importante variabilidad del relieve, con diferentes tipos de sustratos geo-edáficos, diversos tipos de vegetación que tienen bioclimas y pisos bioclimáticos diferentes.

De acuerdo a la tipología biogeográfica de Navarro (2011a) y Rivas-Martínez *et al.*, (2011b), la caracterización biogeográfica hasta el nivel de distrito para el Departamento de Cochabamba es la siguiente:

Reino Neotropical Austroamericano

Subreino Neotropical

Superegión Surandina Tropical

Región Surandina Tropical

Provincia Puneña Xerofítica

Sector del Sajama-Desaguadero

Distrito del Altiplano seco

Provincia Puneña Mesofítica

Sector de la Puna Mesofítica Sur

Distrito de la Cordillera Oriental Norte

Provincia Yungueña Peruano-Boliviana

Sector Yungas Cuenca Alta del Beni

Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi
y Corani

Sector Yungas Cuenca Alta del Ichilo

Distrito Yungas del Chapare

Distrito Yungas del Amboró

Provincia Boliviana-Tucumana

Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río
Grande

Distrito Valles interandinos del Río Grande

Superegión Amazónica-Guayanense

Región Amazónica

Provincia Amazónica Suroccidental

Sector Preandino Amazónico

Distrito Amazónico Preandino Central

Superegión Chaqueña-Brasileña

Región Brasileña-Paranaense

Provincia Beniana

Sector Beniano Occidental

Distrito Beniano Suroccidental

Sector Beniano Oriental

Distrito Beniano Suroriental



Figura 14. Mapa Biogeográfico de Sud América
(Fuente: Rivas-Martínez et al., 2011b)

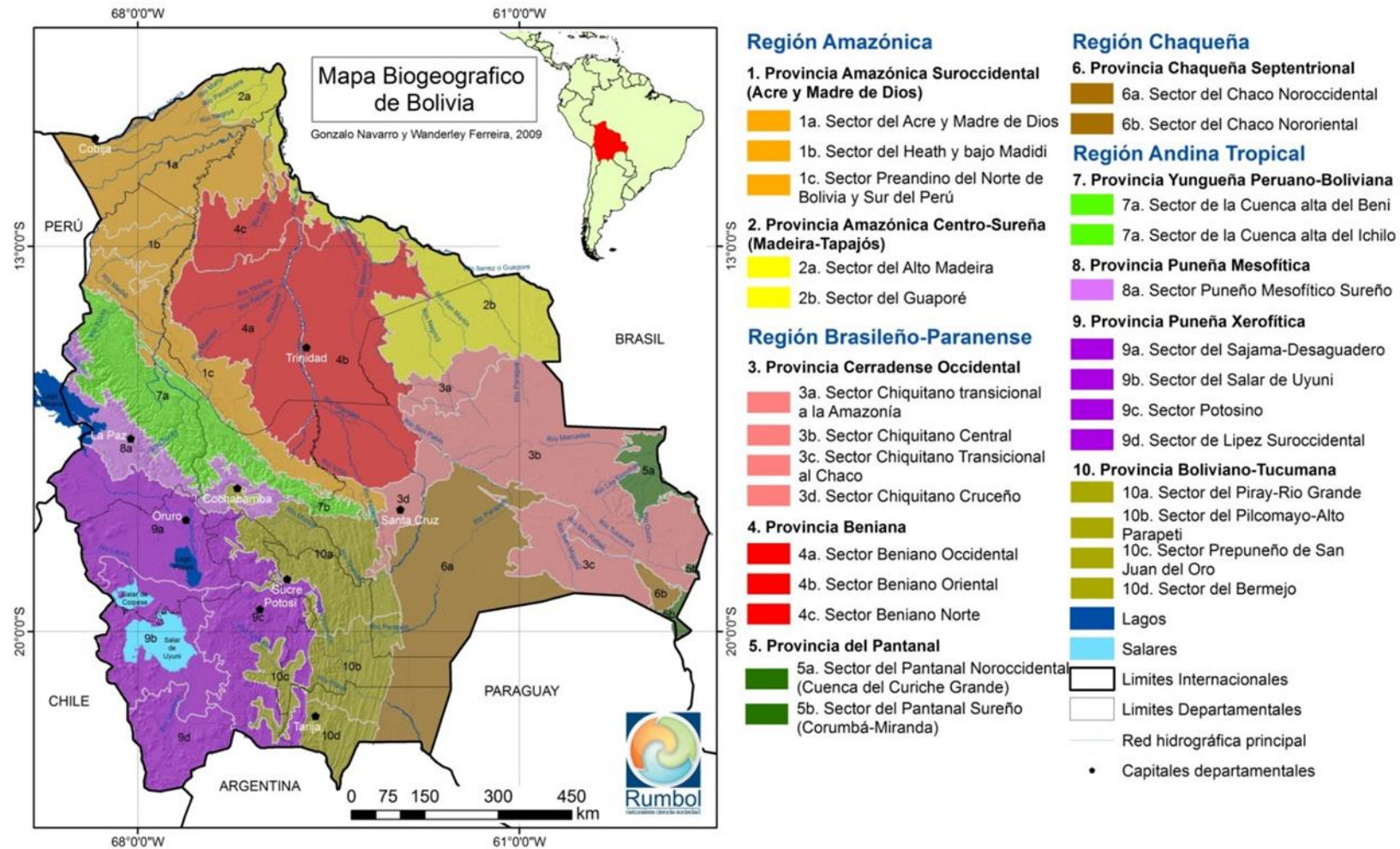


Figura15. Mapa Biogeográfico de Bolivia
Fuente: Navarro y Ferreira (2009)

5.2. VEGETACIÓN

Varios fueron los investigadores que contribuyeron al conocimiento y distribución de la flora y vegetación del Departamento de Cochabamba, entre estos, resaltan los siguientes trabajos: "Estudio de la vegetación como una contribución a la caracterización ecológica de la Provincia Arque, Cochabamba, Bolivia" (Ibisch, 1993), "Flora y vegetación de la provincia Arque, Departamento de Cochabamba, Bolivia" (Ibisch, 1994), "Estudio fitosociológico de pastizales naturales y catálogo florístico de la provincia Arque-Cochabamba" (Rojas, 1994), "Estudio florístico del estrato arbóreo en la zona de la Siberia, Departamento de Cochabamba" (Asbún, 1995), "Estudio de la vegetación de las partes altas de la provincia Campero y Mizque, Departamento de Cochabamba" (Saravia, 1996), "Estudio Fitosociológico de los bosque de kewiña (*Polylepis* spp., Rosaceae) en la cordillera de Cochabamba" (Fernández, 1997), "Reconstrucción de la vegetación original de la ciudad de Cochabamba" (De La Barra, 1998), "Vegetación de la ceja de monte yungueña en el Parque Nacional Carrasco (Cochabamba, Bolivia)" (Mercado, 1998), "Estudio de la vegetación de la provincia Tapacarí (Cochabamba-Bolivia)" (Baudach, 1998), "Estructura, composición florística y ecología de la vegetación en la Várzea del Río Ichilo (Cochabamba)" (Castellón, 1999), "Estructura y composición florística de un fragmento boscoso de *Polylepis besseri* Hieron. Subsp. *besseri* en Sacha Loma (Cochabamba)" (Fernández *et al.*, 2001), "Contribución al análisis biogeográfico y catálogo florístico de la flora de los valles secos interandinos del centro de Bolivia" (Antezana y Navarro, 2002), "Evolución del paisaje y alternativas de ordenamiento sostenible (Chapare, Cochabamba, Bolivia)" (Bruckner *et al.*, 2002), "Estudio de la flora y la vegetación de los valles secos interandinos del Departamento de Cochabamba (Bolivia)" (Antezana, 2004).

Sin embargo, el mayor aporte al conocimiento sobre la flora y la distribución de la vegetación de Bolivia y del Departamento de Cochabamba fue realizado por el investigador Gonzalo Navarro, entre sus trabajos destacan: "Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia" (Navarro, 1997), "Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Unidades Biogeográficas" (Navarro, 2002), "Zonas de vegetación potencial de Bolivia: una base para el análisis de vacíos de conservación" (Navarro y Ferreira, 2004), "Mapa de vegetación de Bolivia" (Navarro y Ferreira, 2007), elaborado considerando a la serie de vegetación como unidad de mapeo, "Biogeografía y mapa biogeográfico de Bolivia" (Navarro y Ferreira, 2009), "Mapa de Sistemas ecológicos de Bolivia" (Navarro y Ferreira 2011), elaborado en base a la metodología de Nature Serve, "Clasificación de la vegetación de Bolivia" (Navarro 2011a), elaborado en base a las series climatófilas como las unidades representativas de la vegetación climática de Bolivia, y "Regiones Biogeográficas de Bolivia" (Navarro, 2011b),

A continuación se realizará una descripción resumida de las regiones y provincias biogeográficas que concurren en Cochabamba, en base a los trabajos de realizados por Navarro y Ferreira (2007), Navarro (2002, 2011a, 2011b) y Rivas-Martínez *et al.*, (2011b), acompañado de una breve descripción de la vegetación climática potencial, particularizada para el Departamento de Cochabamba.

5.3. REGIÓN SURANDINA TROPICAL

La Región Surandina Tropical comprende una gran parte de la Cordillera de los Andes, con macrobioclima tropical y se caracteriza por tener un régimen de lluvias con un máximo en la época más cálida del año (Navarro, 2002; Ibisch y Mérida, 2003; Rivas-Martínez, 2008; Rivas-Martínez *et al.*, 2011a; Rivas-Martínez *et al.*, 2011b).

Todas las tierras altas de Bolivia, en la Cordillera de los Andes, pertenecen a la Región Surandina Tropical y en conjunto representa más de la tercera parte de Bolivia. Esta Región ocupa todos los Andes y el Altiplano en el oeste de Bolivia, su distribución abarca los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Chuquisaca, Santa Cruz, Cochabamba y Tarija (Navarro y Ferreira, 2007; Navarro, 2011b).

La Región Andina de Bolivia está constituida por tres unidades fisiográfico-orográficas (Navarro, 2002; Navarro, 2011b) bien diferenciadas:

La Cordillera Occidental: con varias serranías por encima de los 5000 m de altitud, alineadas de norte a sur con algunos ramales que se apartan hacia el este u oeste.

El altiplano: que constituye una cuenca sedimentaria interna fluvio-lacustre rellena con materiales cuaternarios procedentes de la erosión de las cordilleras occidental y oriental.

La Cordillera Oriental: con varios picos que sobrepasan los 6000 m de altitud ubicados en la sección norte que corresponde a la Cordillera Real. Desde el punto de vista geológico y fisiográfico la Cordillera Oriental puede subdividirse en dos unidades: la zona cordillerana propiamente dicha por encima de los 2000 m de altitud y el subandino por debajo de dicha altitud.

El clima en la Región Surandina Tropical se caracteriza porque el máximo de la época de lluvias coincide con la época más cálida del año (de noviembre a abril) y también por presentar una marcada amplitud térmica diaria (diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias) que es mayor a la amplitud térmica anual (diferencia entre la temperatura promedio de las máximas del mes más cálido y la temperatura promedio de

las mínimas del mes más frío del año) (Rivas-Martínez, 2008; Navarro, 2011b; Rivas-Martínez *et al.*, 2011b).

En el Departamento de Cochabamba la Región Surandina Tropical está representada por la Provincia Yungueña Peruano-Boliviana, Provincia Boliviano-Tucumana, Provincia Puneña Mesofítica y Provincia Puneña Xerófitica (Josse *et al.*, 2009; Navarro y Ferreira, 2009; Navarro, 2011a; Navarro, 2011 b). Según Josse *et al.*, (2009), las provincias biogeográficas antes indicadas, son el resultado de la interacción de la topografía, las características climáticas y los patrones de circulación general que ocurre en esta parte de la cordillera de los Andes.

A continuación se presenta una breve descripción de las provincias de la Región Surandina Tropical que concurren en Cochabamba. Posteriormente se describirá la vegetación climática potencial correspondiente a cada provincia biogeográfica en base a los trabajos realizados por Navarro, (2002), Navarro y Ferreira (2007) y Navarro (2011a, 2011b).

5.3.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA PUNEÑA MESOFÍTICA

La Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica (Figura 15) se distribuye desde el norte del Perú, hasta el centro norte de la Puna de Bolivia (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a; Navarro, 2012). En territorio boliviano se encuentra distribuida en el norte del Altiplano y el norte de la Cordillera Oriental. Su límite hacia el sur del país son las altas montañas y cordilleras de Cochabamba (Tunari, Tiraque y Mazo Cruz) y más hacia el sur en el noreste de Chuquisaca (Cordillera de Mandinga) existen pequeñas áreas disyuntas que pertenecen florística y ecológicamente a la Provincia Puneña Mesofítica (Navarro, 2011b; Navarro, 2012). Se distribuye desde los 3 000-3 100 hasta 5 200 m de altitud, incluyendo los termotipos supratropical, orotropical, criorotropical y gélido tropical, con bioclima mayormente pluviestacional y ombrotipo subhúmedo a húmedo (Navarro, 2002; Navarro, 2011b; Navarro, 2012).

La vegetación climática potencial está constituida tanto por hemicriptófitos en roseta con raíces gruesas y pivotantes y pequeños matorrales dispersos, como por asociaciones de herbazales graminoides y hemicriptófitos en roseta, y por bosques del género *Polylepis* con arbustos micrófilos siempre verde estacionales (Navarro, 2012).

En esta provincia biogeográfica destaca la existencia de una elevada diversidad de comunidades vegetales (Navarro y Ferreira, 2011; Navarro, 2011a; Navarro, 2012), entre los que resaltan los bosques de *Polylepis* (Navarro *et al.*, 2005; Navarro *et al.*, 2010) y numerosas comunidades de pajonales, bofedales y turberas. Otro aspecto importante a mencionar que

ocurre durante las noches de invierno y cuando llueve, es el congelamiento y descongelamiento diario de los suelos, fenómeno físico típico de las altas montañas tropicales (Navarro, 2002; Navarro, 2012).

5.3.1.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

A continuación se presenta de forma resumida la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba de acuerdo a la clasificación de la vegetación de Bolivia propuesta por Navarro (2011a). La presentación de la vegetación se realizará por pisos bioclimáticos, seguido del tipo de bosque o vegetación, la serie climática potencial, el rango altitudinal, la distribución biogeográfica y la provincia política donde se desarrolla.

5.3.1.1.1. Piso bioclimático criorotropical

Según Navarro (2011a), el piso bioclimático criorotropical de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, se distribuye en las partes más elevadas de las cordilleras Tunari, Mazo Cruz y Tiraque. La vegetación climática potencial está compuesta por hemicriptófitos en roseta con raíces gruesas y pivotantes, alternando con pequeños matorrales dispersos. El bioclima es pluvial y pluviestacional, húmedo a hiperhúmedo y el rango altitudinal promedio para los Andes centrales es 4 300-4 500 hasta 5 200 m. El mismo autor señala, que al igual que en la Provincia Puneña Xerofítica, en estos ambientes los suelos se congelan y descongelan diariamente.

5.3.1.1.1.1. Pradera subnival de la Cordillera de Cochabamba

Asociación de *Werneria melanandra*-*Deyeuxia minima*

Rango altitudinal: > 4700 m

Bioclima: criorotropical pluviestacional húmedo

Distribución biogeográfica: Sector de la Puna Mesofítica sur, Distrito de la Cordillera Oriental norte.

Provincia política: Cercado; Quillacollo (Cordillera del Tunari)

5.3.1.1.2. Piso bioclimático orotropical

El piso bioclimático orotropical de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, se distribuye en las partes altas de las cordilleras Tunari, Mazo Cruz y Tiraque del Departamento de Cochabamba. La vegetación está constituida tanto por asociaciones de herbazales gramínoideos y hemicriptófitos en roseta, como por caméfitos subfruticulosos y geófitos. Según Navarro (2011a), este tipo de vegetación representa la vegetación climática potencial de los pisos bioclimáticos orotropical y criorotropical inferior. El bioclima es pluviestacional húmedo y el rango altitudinal

promedio para la Cordillera del Tunari en el Valle Central de Cochabamba es 3 900-4 000 hasta 4 500-4 700 m.

5.3.1.1.2.1. Pajonal altoandino húmedo de la Cordillera de Cochabamba

Asociación de *Misbrookea strigosissima*-*Stipa hans-meyerii*

Rango altitudinal: 4000 – 4700 m

Bioclima: orotropical pluviestacional húmedo

Distribución biogeográfica: Sector de la Puna Mesofítica sur, Distrito de la Cordillera Oriental norte.

Provincia política: Cercado; Quillacollo (Cordillera del Tunari).

5.3.1.1.3. Piso bioclimático supratropical

El piso bioclimático supratropical de la Provincia Biogeográfica de la Puna Húmeda está distribuido en las cordilleras Tunari, Mazo Cruz, Tiraque, Mizque sur y Serranías de Vacas, con bioclima pluviestacional húmedo-subhúmedo. El rango altitudinal promedio para los Andes centrales es 3 100-3 300 hasta 3 900-4 000 m. La vegetación climácica potencial está constituida por bosques bajos del género *Polylepis* y arbustos micrófilos siempre verde estacionales. En la actualidad solo quedan parches de estos bosques, debido a que han sido destruidos por acción humana y reemplazados por pajonales y matorrales (Navarro, 2011a).

5.3.1.1.3.1. Bosque Puñeno de *Polylepis* de la Cordillera de Cochabamba

Asociación de *Berberis commutata*- *Polylepis subtusalbida*

Rango altitudinal: 3200 a 3900 - 4000 m

Bioclima: supratropical pluviestacional subhúmedo superior

Distribución biogeográfica: Sector de la Puna Mesofítica sur, Distrito de la Cordillera Oriental norte.

Provincia política: Cercado (Cordillera del Tunari); Quillacollo (cordilleras: Tunari, Mazo Cruz); Tapacarí (Tapacarí, Cordillera de Mazo Cruz); Tiraque (Cordillera de Tiraque).

5.3.1.1.3.2. Bosque de *Polylepis* transicional del sureste de Cochabamba

Asociación *Berberis rariflora*-*Polylepis tomentella*

Rango altitudinal: 2800 - 2900 a 3500 – 3600 m

Bioclima: supratropical pluviestacional subhúmedo inferior

Distribución biogeográfica: Sector de la Puna Mesofítica sur, Distrito de la Cordillera Oriental norte.

Provincia política: Arani (Vacas); Carrasco (Epizana, Totora)

5.3.1.1.3.3. Bosque puneño de *Polylepis* transicional a los Yungas de Cochabamba

Asociación *Citharexylum punctatum*-*Polylepis lanata*

Rango altitudinal: 3100 - 3800 m

Bioclima: supratropical pluviestacional húmedo

Distribución biogeográfica: Sector de la Puna Mesofítica sur, Distrito de la Cordillera Oriental norte.

Provincia política: Tiraque (Cordillera de Tiraque); Carrasco (Montepunku).

5.3.1.1.3.4. Bosques Puneños de *Polylepis* del sur de la Cordillera de Tiraque

Asociación *Mutisia cochabambensis*-*Polylepis besseri*

Rango altitudinal: 3200 a 3900 - 4000 m

Bioclima: supratropical pluviestacional subhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector de la Puna Mesofítica sur, Distrito de la Cordillera Oriental norte.

Provincia política: Arani (Serranías de Vacas); Carrasco (Pocona); Mizque (Cuturi, Sacha Loma, Cordillera de Mizque sur).

5.3.2. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA PUNEÑA XEROFÍTICA

La Provincia Biogeográfica Puneña Xerofítica (Figura 15), se distribuye desde el sur-oeste de Bolivia, atravesando el norte y centro de Chile hasta el noroeste de Argentina (Rivas-Martínez *et al.*, 2011a). En Bolivia está distribuida en la zona cordillerana y en las laderas de la Cordillera Occidental del centro-sur del Altiplano y del centro-sur de la Cordillera Oriental en el sur de La Paz, en todo el departamento de Oruro, en gran parte de Potosí, el extremo suroeste de Cochabamba, el oeste y suroeste de Chuquisaca; y el oeste de Tarija (Navarro, 2011b). Se distribuye desde los 4 000 m hasta los 6 000 m de altitud, e incluye los termotipos orotropical, criorotropical y gélido tropical, mientras que en el centro (Departamento de Cochabamba) y sur de la Cordillera Oriental se extiende desde los 3 300 m hasta por encima de 4 500 - 4 700 m de altitud, incluyendo los termotipos supratropical, orotropical, criorotropical y gélido tropical (Navarro, 2012). El bioclima es predominantemente xérico con ombrotipo seco y semiárido (Navarro, 2011b; Rivas-Martínez *et al.*, 2011a).

Debido a las bajas temperaturas que existen durante la época de lluvias e invierno en las partes más elevadas de esta provincia biogeográfica, con frecuencia ocurre la deformación y movimiento del sustrato (geliturbación), deslizamiento del suelo (geliflujión) y rotura de rocas (gelifracción). También estacionalmente en la época de lluvias el suelo puede quedar cubierto de nieve (Navarro, 2012). En estos ambientes la vegetación está constituida por pequeñas plantas vivaces y algunas anuales con adaptaciones morfológicas a los procesos de crioturbación y por comunidades herbáceas anuales constituidas por pequeños terófitos que crecen durante la época de lluvias y que mueren cuando comienza la época seca (Ibisch y Rojas, 1994; Navarro, 2002; Navarro, 2012).

5.3.2.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Xerofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

A continuación se presenta de forma resumida la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Xerofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba de acuerdo a la clasificación de la vegetación de Bolivia propuesta por Navarro (2011a). La presentación de la vegetación se realizara por pisos bioclimáticos seguido del tipo de bosque o vegetación, la serie climática potencial, el rango altitudinal, la distribución biogeográfica y la provincia política donde se desarrolla.

5.3.2.1.1. Piso bioclimático criorotropical

El piso bioclimático criorotropical de la Provincia Biogeográfica de la Puna Xerofítica, se encuentra al sur-oeste de Cochabamba en la provincia política Bolívar y corresponde a la parte central de la Cordillera Oriental de los Andes, el rango altitudinal medio va desde 4 300 - 4 500 m hasta 5 100 - 5 200 m (Navarro, 2011a; Navarro 2012). El mismo autor señala que este ambiente ocurre con frecuencia la deformación y movimiento del sustrato (geliturbación), deslizamiento del suelo (gelifluxión) y rotura de rocas (gelifracción), por las bajas temperaturas que ocurren durante la época de lluvias y en invierno. El bioclima es criorotropical xérico seco y corresponde de manera general a un tipo de pajonal y vegetación geliturbada constituida por plantas vivaces y anuales. Según Navarro (2011a), hasta la fecha no existen datos de campo sobre las series, comunidades o asociaciones vegetales de este piso bioclimático.

5.3.2.1.1.1. Pajonal subnival de la Puna Xerofítica centro-oriental

Serie o comunidad: sin datos de campo

Rango altitudinal: > 4500 - 4700 m

Bioclima: criorotropical xérico seco.

Distribución biogeográfica: Sector del Sajama-Desaguadero, Distrito del Altiplano seco.

Provincia política: Bolívar (oeste de Bolívar).

5.3.2.1.1.2. Vegetación subnival de la Puna Xerofítica centro-oriental

Serie o comunidad: sin datos de campo

Rango altitudinal: > 4500 - 4700 m

Bioclima: criorotropical xérico seco.

Distribución biogeográfica: Sector del Sajama-Desaguadero, Distrito del Altiplano seco.

Provincia política: Bolívar (oeste de Bolívar), en la Cordillera de Morococala

5.3.2.1.2. Piso bioclimático orotropical

El piso bioclimático orotropical de la Provincia Biogeográfica de la Puna Xerófitica, se distribuye en la Cordillera de Morococala en el sur oeste de Cochabamba (oeste de Bolívar). El rango altitudinal medio para los Andes centrales es 3 900-4 000 hasta 4 300-4 500 m con bioclima xérico seco. La vegetación está constituida por comunidades herbáceas anuales y por pequeños terófitos que crecen durante la época de lluvias y mueren cuando comienza la época seca.

5.3.2.1.2.1. Herbazal anual altoandino de la Puna Xerófitica sobre suelos pedregosos

Asociación de *Tarasa tarapacana*-*Muhlenbergia peruviana*

Rango altitudinal: 3 600 - 3 800 m

Bioclima: orotropical xérico seco.

Distribución biogeográfica: Sector del Sajama-Desaguadero, Distrito del Altiplano seco.

Provincia política: Bolívar (oeste de Bolívar).

5.3.3. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA YUNGUEÑA PERUANO-BOLIVIANA

La Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana se extiende desde el extremo norte del Perú hasta el centro de Bolivia (Figura 15) a lo largo de valles, serranías y laderas montañosas de la Cordillera Oriental de los Andes en un rango altitudinal promedio que va desde los 900 - 1 000 m hasta más de 4000 m en las partes más elevadas de la cordillera (Navarro, 2002; Navarro y Ferreira, 2009; Navarro, 2011b; Navarro, 2012). En esta provincia existe la mayor diversidad de bioclimas de Bolivia debido al gradiente altitudinal y a la diversidad orográfica y topográfica que genera bioclimas húmedos a hiperhúmedos, xéricos a semiáridos y pluviestacionales subhúmedos a húmedos (Navarro, 1997; Navarro, 2002; Navarro y Ferreira, 2009).

El bioclima predominante según la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez, (2007); Rivas-Martínez, (2008) y Rivas-Martínez *et al.*, (2011b), es pluvial húmedo a hiperhúmedo, con frecuentes neblinas producto de la condensación de las masas cargadas de humedad que provienen de los vientos cálidos y húmedos que ascienden por las laderas desde los tierras bajas orientales. Sin embargo también existen valles yungueños xéricos ubicados a sombra de lluvia orográfica en diferentes partes de la Cordillera Oriental. Los termotipos que existen van desde el orotropical en las partes más elevadas hasta el termotropical en los valles interandinos (Mercado, 1998; Navarro y Ferreira, 2000; Navarro, 2002; Navarro y Ferreira, 2004; Josse *et al.* 2009; Navarro, 2011b).

La vegetación de la Provincia Yungueña Peruano-Boliviana, se desarrolla sobre laderas y serranías de la Cordillera Oriental de los Andes, sin embargo, también existen “áreas-islas” de vegetación que constituyen la expansión geográfica de las fluctuaciones climáticas del cuaternario, que generó avances, retrocesos, interdigitaciones y aislamientos parciales de la flora y vegetación. En los Yungas de Bolivia y particularmente en el Sector Biogeográfico Yungas de la Cuenca Alta del Beni esta situación es más acentuada, debido a que la zona oriental más baja de los yungas tiene valles y laderas a sombra de lluvia orográfica con vegetación y elementos florísticos con óptimo de distribución en la Región Brasileño-Paranense (Navarro, 2002; Navarro y Ferreira, 2007; Navarro, 2011b). Estos tipos de vegetación podrían calificarse como “cerrado subandino” y se intercalan con los tipos de vegetación “amazónica subandina” en las laderas de los Yungas cálidos de La Paz y Cochabamba (oeste de la provincia política Ayopaya). Estas “islas subandinas” podrían deberse a un posible origen biogeográfico y constituirían los testigos relictos (refugios) de un avance paleohistórico de la vegetación Brasileño-Paranense, sobre la vegetación amazónica, posiblemente durante las fases secas o menos húmedas del cuaternario (Navarro, 2002; Navarro, 2011b).

Es importante señalar que la Provincia Yungueña Peruano-Boliviana es la segunda provincia biogeográfica de menor extensión en Bolivia, sin embargo, es la más diversa a nivel de especies y de ecosistemas (Stadtmüller, 1997; Vásquez y Ibisch, 2000; Ibisch y Mérida, 2003; Navarro, 2012). Además de esta particularidad los bosques de esta provincia biogeográfica son importantes en la provisión de servicios ecosistémicos vinculados a la provisión de agua (García y Parra, 2011), la regulación climática regional y la captura y almacenamiento de carbono. Por esta razón en los países andinos han sido catalogados como ecosistemas frágiles y estratégicos por estar ubicados en zonas de recarga de cuencas hidrográficas que benefician a más de 40 millones de personas en Bolivia, Ecuador y Perú (Cuesta *et al.*, 2009).

5.3.3.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

A continuación se presenta de forma resumida la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba de acuerdo a la clasificación de la vegetación de Bolivia propuesta por Navarro (2011a). La presentación de la vegetación se realizara por pisos bioclimáticos, seguido del tipo de bosque o vegetación, la serie climática potencial, el rango altitudinal, el bioclima, la distribución biogeográfica y la provincia política donde se desarrolla.

5.3.3.1.1. Piso bioclimático orotropical

En Cochabamba el piso bioclimático orotropical de la Provincia Yungueña Peruano-Boliviana está distribuido en la Ceja de Monte superior de los Yungas de Cochabamba. El bioclima es orotropical pluvial hiperhúmedo y el rango altitudinal promedio para los Andes centrales es 3 900-4 000 hasta 4 300-4 500 m. La vegetación climática potencial está constituido por bosques bajos siempre verdes de *Polylepis pepeí* (con especies de epífitos, musgos, hepáticas y helechos higrofíticos que crecen sobre los troncos de los árboles) o arbustales siempre verdes, restringidos a sitios aislados ubicados en zonas abruptas con abundante neblina.

5.3.3.1.1.1. Bosque yungueño altoandino de *Polylepis pepeí*

Serie de *Gynoxis asterotricha* -*Polylepis pepeí*

Rango altitudinal: 3600 - 3700 a 4300 m

Bioclima: orotropical pluvial hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Chapare.

Provincia política: Chapare (Cordillera del Ronco).

5.3.3.1.2. Piso bioclimático supratropical

El piso bioclimático supratropical de la Provincia Yungueña Peruano-Boliviana está distribuido en la Ceja de Monte inferior de los Yungas de Cochabamba. El bioclima es pluvial y pluviestacional con ombrotipo húmedo-hiperhúmedo, el rango altitudinal promedio para los Andes centrales es 3 100 - 3 300 hasta 3 900 - 4 000 m. La vegetación climática potencial está constituido por especies arbóreas siempre verdes de tamaño medio constituido por especies de *Polylepis*, especies de pino de monte (*Podocarpus*) y por especies lauroides de hoja gruesa (con numerosas especies epífitas, musgos y helechos), ubicados en enclaves inaccesibles, con presencia de farallones rocosos.

5.3.3.1.2.1. Bosque yungueño de *Polylepis altimontano* pluvial de los Yungas de Cochabamba

Serie de *Ilex mandonii*-*Polylepis lanata*

Rango altitudinal: 3100 - 3200 a 3700 m

Bioclima: supratropical pluvial hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Chapare.

Provincia política: Carrasco (Totora-Pojo); Chapare (Yungas de Corani-Tablas, Yungas de Espíritu Santo-San Joaquín); Tiraque (Yungas de Ivirizu-Vandiola).

5.3.3.1.2.2. Bosque altimontano pluvial de los Yungas de Cotacajes y Altamachi

Serie de *Prunus tucumanensis*-*Hesperomeles ferruginea*

Rango altitudinal: 2 900 - 3300 m

Bioclima: supratropical pluvial húmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas Cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincias políticas: Ayopaya (Yungas de Cotacajes); Chapare (Yungas de Altamachi-Corani: Torreni)

5.3.3.1.2.3. Bosque altimontano pluvial de los Yungas del Ichilo

Serie de *Weinmannia bangii*-*Weinmannia fagaroides*

Rango altitudinal: 2800 - 3200 m

Bioclima: supratropical pluvial húmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Chapare.

Provincias políticas: Chapare (Yungas del Espíritu Santo); Carrasco (Parque Nacional Carrasco)

5.3.3.1.2.4. Bosque de *Polylepis* altimontano húmedo pluvial de los Yungas de Cochabamba

Serie de *Styloceras columnare*-*Polylepis lanata*

Rango altitudinal: 2900 - 3100 a 3600 - 3700 m

Bioclima: supratropical pluvial húmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Ayopaya (Independencia); Ayopaya y Quillacollo (Yungas de Altamachi-Corani: Río Misicuni)

5.3.3.1.2.5. Bosque altimontano inferior pluvial de los yungas de Cotacajes

Serie de *Blepharocalyx salicifolius*-*Podocarpus glomeratus*

Rango altitudinal: 2800 - 3300 m

Bioclima: supratropical inferior y mesotropical superior pluvial húmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Ayopaya (Cordillera de Ayopaya e Independencia)

5.3.3.1.3. Piso bioclimático mesotropical

El piso bioclimático mesotropical de la Provincia Yungueña Peruano-Boliviana se distribuye en las laderas montañosas de la Cordillera Oriental de los Andes, que contactan hacia el este con la Amazonía. El bioclima es pluvial y pluvial, con un rango altitudinal promedio para los Andes

centrales de 1 800-1 900 hasta 3 100-3 300 m. La vegetación climática potencial está compuesta por especies lauroides siempre verdes (dosel de 20-25 m de altura), por bosques siempre verde estacionales constituidos por especies de pino de monte y pino (*Podocarpus* y *Prumnopitys*) y especies de bosques semicaducifolios. También son característicos los helechos arbóreos (*Cyatheaceae*) y bambúes arbustivos del género *Chusquea*, ubicados en los claros y márgenes del bosque.

5.3.3.1.3.1. Bosque yungueño montano-inferior hiperhúmedo de los Yungas de Coroico y Altamachi-Corani

Serie de *Ocotea jelskii*-*Podocarpus oleifolius*

Rango altitudinal: 1900 - 2100 a 2300 - 2400 m

Bioclima: mesotropical inferior pluvial húmedo a hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Chapare (Yungas de Altamachi-Corani)

5.3.3.1.3.2. Bosque yungueño montano-superior pluvial de los Yungas de Vandíola-Ivirizú

Serie de *Persea ruizii*-*Prumnopitys exigua*

Rango altitudinal: 2600 - 3200 m

Bioclima: mesotropical superior pluvial hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Chapare.

Provincia política: Carrasco y Tiraque (Yungas de Vandíola-Ivirizú).

5.3.3.1.3.3. Bosque yungueño montano-inferior pluvial de los Yungas de Vandíola-Ivirizú

Serie de *Prumnopitys exigua*-*Podocarpus oleifolius*

Rango altitudinal: 2000 - 2100 a 2500 - 2600 m

Bioclima: mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Chapare.

Provincia política: Carrasco y Tiraque (Yungas de Vandíola-Ivirizú).

5.3.3.1.3.4. Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas del Espíritu Santo

Serie de *Podocarpus oleifolius*-*Weinmannia cochabambensis*

Rango altitudinal: 1900 - 2800 m

Bioclima: mesotropical pluvial hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Chapare.

Provincia política: Chapare (Yungas de la cuenca del Río Espíritu Santo).

5.3.3.1.3.5. Bosque yungueño montano pluviestacional de los yungas del Boopi y Cotacajes

Serie preliminar de *Clethra cuneata*-*Weinmannia sorbifolia*

Rango altitudinal: 1900 - 2000 a 2800 - 2900 m

Bioclima: mesotropical pluviestacional húmedo.

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Ayopaya (Yungas del Cotacajes).

5.3.3.1.3.6. Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas de San Mateo

Serie de *Juglans boliviana*-*Podocarpus oleifolius*

Rango altitudinal: 1800 - 2300 m

Bioclima: mesotropical superior pluviestacional húmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Amboró.

Provincia política: Carrasco (Yungas de San Mateo).

5.3.3.1.3.7. Bosque semideciduo yungueño montano de los Yungas del Cotacajes

Serie de *Leucochloron bolivianum*-*Erythrina falcata*

Rango altitudinal: 2300 - 2600 m

Bioclima: mesotropical pluviestacional subhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Ayopaya (Independencia, límite con la provincia Inquisivi de La Paz).

5.3.3.1.4. Piso bioclimático termotropical

El piso bioclimático termotropical de la Provincia Yungueña Peruano-Boliviana está distribuido en las laderas altas e intermedias de las serranías subandinas y en valles internos con moderado a marcado efecto de sombra de lluvia orográfica. El bioclima es pluvial, pluviestacional y xérico y el rango altitudinal promedio en los Andes centrales es 400-500 hasta 1 800-1 900 m. La vegetación potencial climácica está constituida por bosques siempre verdes (altos y pluriestratificados, en crestas orográficas de las serranías subandinas expuestas a las lluvias y las nieblas), bosques siempre verdes estacionales (altos o medios, en laderas de las serranías subandinas), bosques semideciduos (de 20-25 m de altura, con numerosas lianas leñosas, constituidos por muchas especies compartidas con los bosques semideciduos chuiquitano de Santa Cruz, por ello constituyen "islas" de flora brasileño-paranense disyuntas de gran interés biogeográfico) y bosques caducifolios xerófito-espinosos con diversas cactáceas, propios de las zonas inferiores de los valles internos de los Yungas bolivianos.

5.3.3.1.4.1. Bosque-Palmar yungueño pluvial basimontano

Serie de *Protium altsonii*-*Dictyocaryum lamarckianum*

Rango altitudinal: 1200 - 1400 a 1900 - 2100 m

Bioclima: termotropical superior y mesotropical inferior con bioclima pluvial húmedo e hiperhúmedo.

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Chapare.

Provincia política: Carrasco (Parque Nacional Carrasco).

5.3.3.1.4.2. Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas

Serie de *Ladenbergia oblongifolia*-*Juglans boliviana*

Rango altitudinal: 1100 - 1200 a 1900 - 2000 m

Bioclima: Termotropical superior y mesotropical inferior, pluviestacional húmedo

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Chapare.

Provincia política: Chapare (Incahaca).

5.3.3.1.4.3. Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas del Cotacajes y Altamachi

Serie de *Centrolobium cf. minus*-*Juglans boliviana*

Rango altitudinal: 700 - 1500 m

Bioclima: termotropical pluviestacional húmedo.

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Ayopaya (Yungas del Cotacajes y Altamachi).

5.3.3.1.4.4. Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas de Cotacajes

Serie de *Cinchona calisaya*-*Anadenanthera colubrina*

Rango altitudinal: 900 - 1200 m

Bioclima: termotropical inferior pluviestacional subhúmedo.

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Ayopaya (Yungas del Cotacajes).

5.3.3.1.4.5. Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas del Ichilo

Serie de *Luehea tomentella*-*Zeyheria tuberculosa*

Rango altitudinal: < 1600 - 1700 m

Bioclima: termotropical inferior pluviestacional subhúmedo.

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Ichilo, Distrito Yungas del Amboró.

Provincia política: Carrasco (Yungas de San Mateo).

5.3.3.1.4.6. Bosque Yungueño xérico basimontano superior de los Yungas del Cotacajes

Serie de *Samaipaticereus inquisivensis*-*Schinopsis haenkeana*

Rango altitudinal: 1800 – 2 200 m

Bioclima: termotropical superior xérico seco.

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Ayopaya (Yungas del Cotacajes).

5.3.3.1.4.7. Bosque yungueño xérico basimontano inferior de los Yungas del Cotacajes

Serie de *Cleistocactus laniceps*-*Schinopsis haenkeana*

Rango altitudinal: 1100 a 1900 - 2 100 m

Bioclima: termotropical inferior xérico seco.

Distribución biogeográfica: Sector Yungas cuenca alta del Beni, Distrito Yungas del Cotacajes, Altamachi y Corani.

Provincia política: Ayopaya (Yungas del Cotacajes).

5.3.4. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA BOLIVIANO-TUCUMANA

La Provincia Biogeográfica Boliviano Tucumana (Figura 15), se distribuye desde el centro-sur de Bolivia, hasta el este de la cordillera de la Rioja en Argentina (Navarro, 2002; Rivas-Martínez *et al.*, 2011a). En territorio boliviano se extiende por la laderas, valles y serranías orientales de la Cordillera Oriental de los Andes, desde el sur de Cochabamba siguiendo por el “codo” orográfico en el oeste de Santa Cruz, noreste de Potosí y Chuquisaca hasta el departamento de Tarija (Navarro *et al.*, 1996; Navarro, 2002; Navarro y Ferreira, 2004; Navarro, 2011a; Navarro, 2012). El rango altitudinal promedio es de 400 - 4 000 m de altitud e incluye los termotipos termotropical, mesotropical, supratropical y orotropical.

Esta provincia biogeográfica en territorio boliviano se encuentra en una latitud más meridional dentro de un ambiente rodeado de serranías paralelas alineadas de norte a sur y con numerosos valles internos. En este escenario la incidencia de los vientos fríos de invierno denominados “surazos” y procedentes del Polo Sur generan una disminución de las temperaturas mínimas (Antezana y Navarro, 2002; Navarro, 2012). La ubicación más meridional y próxima al cinturón de altas presiones subtropicales tiene un efecto negativo en la precipitación, motivo por el cual no existe el bioclima pluvial, siendo predominante el bioclima pluviestacional en las laderas expuestas al este y bioclima xérico en las exposiciones al oeste y en el fondo de los valles (Navarro *et al.*, 1996; Navarro, 1997; De La Barra, 1998; Navarro, 2002; Antezana y Navarro, 2002; Navarro, 2011a; Navarro, 2012).

5.3.4.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

A continuación se presenta de forma resumida la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviana-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba de acuerdo a la clasificación de la vegetación de Bolivia propuesta por Navarro (2011a). La presentación de la vegetación se realizara por pisos bioclimáticos, seguido del tipo de bosque o vegetación, la serie climática potencial, el rango altitudinal, el bioclima, la distribución biogeográfica y la provincia política donde se desarrolla.

5.3.4.1.1. Piso bioclimático supratropical

El piso bioclimático supratropical de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumano se distribuye tanto en cumbres y laderas montañosas altas como en divisorias orográficas de serranías en el centro-sur de la Cordillera Oriental de los Andes. La vegetación de este piso bioclimático está constituida por bosques siempre verde estacionales dominados por especies arbóreas de *Polylepis*, aunque en algunas zonas este tipo de vegetación ha sido reemplazado por etapas seriales de pajonales y matorrales. El bioclima es supratropical pluviestacional subhúmedo y el rango altitudinal promedio para los Andes centrales es 3 100 - 3 300 hasta 3 900 - 4 000 m.

5.3.4.1.1.1. Khewiñar Boliviano-Tucumano transicional a puneño

Serie de *Berberis rariflora*-*Polylepis tomentella*

Rango altitudinal: 2800 - 3900 m

Bioclima: supratropical pluviestacional subhúmedo. La serie arriba citada extiende su distribución hasta el piso bioclimático mesotropical superior.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Carrasco (Totora).

5.3.4.1.1.2. Khewiñar Boliviano-Tucumano septentrional

Serie de *Berberis chrysacantha*-*Polylepis neglecta*

Rango altitudinal: 2900 - 3000 a 3600 - 3700 m

Bioclima: supratropical pluviestacional subhúmedo. La serie arriba citada extiende su distribución hasta el piso bioclimático mesotropical superior.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Campero (Aiquile); Mizque (Mizque).

5.3.4.1.2. Piso bioclimático mesotropical

El piso bioclimático mesotropical de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana se distribuye en valles y laderas de serranías de baja altitud y

también en los valles internos del centro-sur de la Cordillera Oriental de los Andes. El bioclima es mesotropical pluviestacional subhúmedo-húmedo en los valles y serranía expuestas a los vientos húmedos y bioclima mesotropical xérico seco-semiárido en los valles internos con efecto orográfico de sombra de lluvia. Estos valles en invierno reciben advecciones frías procedentes del Polo Sur denominado "Surazo". El rango altitudinal promedio para los Andes centrales es 1 800-1 900 a 3 100-3 300 m. La vegetación está constituida por bosques siempre verdes estacionales (dosel de 10-15 m y subdosel de 5-8 m de altura), bosques semicaducifolios (dosel 12-16 m) y bosques bajos y arbustales caducifolios de 4-7 m de altura.

5.3.4.1.2.1. Pinar montano Boliviano-Tucumano de Pino del Cerro

Serie de *Prunus tucumanensis*-*Podocarpus parlatorei*

Rango altitudinal: 1900 - 2500 m

Bioclima: pluviestacional mesotropical superior y supratropical inferior, subhúmedo superior a húmedo inferior.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Mizque; Campero.

5.3.4.1.2.2. Pinar altimontano Boliviano-Tucumano septentrional

Serie de *Escallonia myrtilloides*-*Podocarpus parlatorei*

Rango altitudinal: 2500 - 3100 m

Bioclima: mesotropical superior y supratropical inferior pluviestacional húmedo.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Campero (Pasorapa).

5.3.4.1.2.3. Sahuintal húmedo montano Boliviano-Tucumano

Serie de *Myrcianthes callicoma*-*Myrcianthes pseudomato*

Rango altitudinal: 1900 - 2900 m

Bioclima: mesotropical pluviestacional húmedo.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Mizque; Campero

5.3.4.1.2.4. Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de ceibo con naranjillo

Serie de *Aspidosperma resonans*-*Erythrina falcata*

Rango altitudinal: 2 000 - 2600 m

Bioclima: mesotropical pluviestacional subhúmedo superior.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Campero (Pasorapa); Ayopaya (Independencia)

5.3.4.1.2.5. Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de Tipa con Jacarandá

Serie de *Jacaranda mimosifolia*-*Tipuana tipu*

Rango altitudinal: 1800 - 2100 a 2600 - 2800 m

Bioclima: mesotropical pluviestacional subhúmedo inferior, transicional a xérico seco superior.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Carrasco (Totora); Campero (Aiquile, Omereque, Pasorapa); Mizque (Mizque).

5.3.4.1.2.6. Bosque prepuneño superior seco de la Cuenca del Río Grande

Serie de *Escallonia millegrana*- *Kageneckia lanceolata*

Rango altitudinal: 2200 - 2800 m

Bioclima: mesotropical superior xérico seco.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Cercado (Cochabamba); Esteban Arce (Tarata y Anzaldo); Arque (Arque y Tacopaya); Capinota (Capinota y Santivañez); Tapacarí (Tapacarí); Bolívar (Bolívar).

5.3.4.1.2.7. Bosque prepuneño inferior semiárido de la cuenca del Río Grande

Serie de *Vasconcella quercifolia*-*Schinopsis haenkeana*

Rango altitudinal: 2200 - 2900 m

Bioclima: mesotropical inferior xérico semiárido superior.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Arani; Arque, Capinota; Cercado; Esteban Arce; Punata; Tapacarí y Quillacollo.

5.3.4.1.3. Piso bioclimático termotropical

El piso bioclimático termotropical de la Provincia Boliviano-Tucumana se distribuye en valles y laderas montañosas internas del centro-sur de la Cordillera Oriental de los Andes. En estos valles internos se produce el efecto orográfico de sombra de lluvia que constituye una barrera para las masas de aire cargadas con vapor de agua y para el viento necesario para remover el aire. Consecuentemente en estos valles existe un aumento de la temperatura durante el día y una estratificación del aire frío y denso durante la noche y en el amanecer. Estos valles en invierno reciben advecciones frías procedentes del Polo Sur denominado "Surazo". La vegetación climática potencial está constituida por bosques secos caducifolios y espinosos de baja a mediana altura, xeromórficos, con especies microfoliadas, y varias cactáceas endémicas. El bioclima es termotropical a mesotropical xérico

seco a semiárido y el rango altitudinal promedio para los Andes centrales es por debajo de 1 800-1 900 m.

5.3.4.1.3.1. Bosque seco interandino de Mara valluna y Soto

Serie de *Cardenasiodendron brachypterum*-*Schinopsis haenkeana*

Rango altitudinal: 1900 - 2300 m

Bioclima: termotropical superior y mesotropical inferior xérico seco.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Campero (Aiquile, Omereque y Pasorapa); Mizque (Mizque y Vila Vila).

5.3.4.1.3.2. Bosque seco interandino del Soto del Río Caine

Serie de *Senna crassiramea*-*Schinopsis haenkeana*

Rango altitudinal: 1800 - 2200 m

Bioclima: termotropical superior y mesotropical inferior xérico semiárido superior.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Esteban Arce (Anzaldo); Mizque (Vila Vila).

5.3.4.1.3.3. Bosque semiárido interandino de Caraparí y Soto

Serie de *Neocardenasia herzogiana*-*Schinopsis haenkeana*

Rango altitudinal: 1400 - 1900 m

Bioclima: termotropical superior xérico semiárido a seco.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Campero (Aiquile, Omereque y Pasorapa).

5.3.4.1.3.4. Bosque semiárido interandino de Cola de Zorro y Sotomara

Serie de *Espositoa guentheri*-*Loxopterygium grisebachii*

Rango altitudinal: < a 1400 m

Bioclima: termotropical inferior xérico semiárido.

Distribución biogeográfica: Sector Boliviano-Tucumano del Piray-Río Grande, Distrito Valles interandinos del Río Grande.

Provincia política: Campero (Aiquile, Omereque y Pasorapa).

5.4. REGIÓN AMAZÓNICA

En Bolivia la Región Biogeográfica Amazónica se encuentra en todo el Departamento de Pando, norte del Departamento de La Paz, norte del Departamento del Beni, norte del Departamento de Cochabamba (provincia política Chapare) y noroeste del Departamento de Santa Cruz (Navarro, 2002; Navarro, 2011a y 2011b). Los mismos autores señalan que el clima es tropical cálido e incluye los termotipos termotropical e infratropical,

otro aspecto importante es la elevada precipitación por encima de 1 000 mm anuales, sin embargo, las lluvias presentan dos patrones diferentes a lo largo del año, con una importancia clave para los ecosistemas. Un primer patrón sucede cuando ocurren lluvias durante todo el año con dos o tres meses de disminución de la precipitación, pero sin llegar a un déficit hídrico apreciable (bioclima pluvial). Esta situación ocurre en la faja preandina y subandina inferior desde el Departamento de La Paz, hasta el noroeste del departamento de Santa Cruz con máximos en el Chapare de Cochabamba, donde por zonas, la precipitación sobrepasa los 5 000 mm. El segundo patrón acontece cuando ocurren lluvias copiosas, pero interrumpidas durante tres o cuatro meses al año (junio a septiembre), con déficit hídrico importante (bioclima pluviestacional) y ocurre en todo el Departamento de Pando, norte de La Paz y norte del Departamento de Beni. En Cochabamba la Región Biogeográfica Amazónica está representada por la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental (Acre Madre de Dios).

5.4.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA AMAZÓNICA SUROCCIDENTAL (ACRE MADRE DE DIOS)

En el Departamento de Cochabamba la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental (Figura 15), está distribuida al norte de las provincias políticas Ayopaya, Carrasco y Chapare, sobre el glacis del piedemonte andino, en las primeras alineaciones de las serranías subandinas y sobre las serranías subandinas de la Cordillera Oriental de los Andes entre 200 m a 1 300 m de altitud. Según Navarro (2002), Navarro y Ferreira (2007), Navarro (2011a y 2011b), la vegetación está constituida por bosques pluviales pluriestratificados siempre verdes desarrollados sobre tierra firme y por bosques estacionales que crecen sobre la llanura aluvial susceptible a inundaciones o que está inundado la mayor parte del año por ríos de aguas blancas (Várzea) con un alto contenido de sedimentos en suspensión (arcillas y limos) y niveles medios de sustancias minerales disueltas, e incluye el bioclima termotropical pluvial húmedo a hiperhúmedo.

5.4.1.1. Vegetación climática potencial de la provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba

A continuación se presenta de forma resumida la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba de acuerdo a la clasificación de la vegetación de Bolivia propuesta por Navarro (2011a). La presentación de la vegetación se realizara comenzando por el piso bioclimático, seguido del tipo de bosque o vegetación, la serie climática potencial, el rango altitudinal, el bioclima, la distribución biogeográfica y la provincia política donde se desarrolla.

5.4.1.1.1. Piso bioclimático termotropical

Se distribuye sobre el glacis del piedemonte andino, en las primeras alineaciones de las serranías subandinas y sobre las serranías subandinas de la Cordillera Oriental de los Andes. El bioclima es termotropical pluvial subhigrofitico hiperhúmedo- húmedo en el glacis de piedemonte andino y sobre las serranías subandinas, cambiando a termotropical pluvial estacional mesofítico húmedo en las primeras alineaciones de las serranías subandinas. La vegetación está constituida por bosques pluviales pluriestratificados siempre verdes desarrollados sobre tierra firme y por bosques estacionales.

5.4.1.1.1.1. Vegetación amazónica de tierra firme (no inundable)

Vegetación ubicada sobre suelos bien drenados que no se inundan por desborde de ríos, ni por acumulación de agua de lluvia. Los bosques están distribuidos en las serranías bajas orientales de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 1000-1300 m. Estos bosques son densos, altos, pluriestratificados con pocas lianas y epífitos.

5.4.1.1.1.1.1. Bosque amazónico pluvial subandino del Chapare

Serie de *Elaeagia obovata*-*Talauma boliviana*

Rango altitudinal: 300 a 1100 -1300 m

Bioclima: termotropical pluvial hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector preandino Amazónico, Distrito Amazónico subandino central.

Provincia política: Norte de Carrasco y Chapare.

5.4.1.1.1.1.2. Bosque amazónico pluvial estacional del subandino central

Serie preliminar de *Caryocar dentatum*-*Diploen cuspidatum*

Rango altitudinal: 300 a 900 - 1000 m

Bioclima: termotropical pluvial estacional mesofítico húmedo transicional a pluvial

Distribución biogeográfica: Sector preandino Amazónico, Distrito Amazónico subandino norte.

Provincia política: Norte de Ayopaya y extremo noroeste de Chapare.

5.4.1.1.1.1.3. Bosque amazónico del glacis preandino central

Serie de *Eschweilera coriacea*-*Dypterix odorata*

Rango altitudinal: 300 m

Bioclima: termotropical pluvial subhigrofitico hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector preandino Amazónico, Distrito Amazónico preandino central.

Provincia política: Carrasco y Chapare.

5.4.1.1.2. Vegetación amazónica inundable por aguas blancas (Várzea)

Constituido por bosques maduros e inmaduros que crecen sobre la llanura aluvial reciente a subreciente de los ríos de aguas blancas. Las llanuras se inundan estacionalmente con aguas fluyentes del piedemonte andino con sedimentos en suspensión y originan un microrelieve flúvico notorio.

5.4.1.1.2.1. Bosque maduro de Varzea del piedemonte andino central

Serie de *Xylopia ligustriifolia*- *Hura crepitans*

Rango altitudinal: 255 m

Bioclima: termotropical pluvial subhigrofitico hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector preandino Amazónico, Distrito Amazónico preandino central.

Provincia política: Norte de Carrasco, centro-norte de Chapare y norte de Tiraque.

5.4.1.1.2.2. Bosque inmaduro de Varzea del piedemonte andino central

Serie de *Inga nobilis*-*Hura crepitans*

Rango altitudinal: 255 m

Bioclima: termotropical pluvial subhigrofitico hiperhúmedo

Distribución biogeográfica: Sector preandino Amazónico, Distrito Amazónico preandino central.

Provincia política: Carrasco.

5.5. REGIÓN BRASILEÑA-PARANAENSE

La Región Biogeográfica Brasileño-Paranense, junto con la Amazonía es la región biogeográfica que mayor extensión ocupa en Bolivia y Sudamérica (Navarro, 1997; Rivas-Martínez *et al.*, 2011; Navarro, 2011b). En Bolivia ocupa una gran parte del Departamento del Beni, el extremo noreste de Cochabamba (valle del río San Mateo), el Pantanal y la Chiquitanía. Además existen extensiones disyuntas con flora brasileño-paranense en los valles de La Paz y en el subandino inferior del sur de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija en transición con ecosistemas y vegetación Boliviano-Tucumanos (Navarro, 1997; Navarro, 2011b), e incluye los termotipos termotropical e infratropical con bioclima pluviestacional mesofítico

En el Departamento de Cochabamba la Región Biogeográfica Brasileña-Paranaense está representada por la Provincia Biogeográfica Beniana que ocupa grandes extensiones al noreste de Cochabamba en la provincia política Chapare.

5.5.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA BENIANA

La Provincia Biogeográfica Beniana es endémica de Bolivia, se ubica en la mayor parte del Departamento de Beni y se extiende hasta el nor-oeste de Santa Cruz, una pequeña parte ingresa al norte de Cochabamba (norte de la provincia Chapare) en la cuenca del río Isiboro y la cuenca baja del río Chapare (Figura 15). Esta provincia biogeográfica ocupa casi toda la llanura aluvial de la cuenca del río Mamoré entre el escudo Precámbrico y la Cordillera Andina (Navarro, 2002; Navarro, 2011b).

Geomorfológicamente presenta formas de origen fluvial y fluvio-lacustre, originadas por los cambios de los cauces, los niveles de inundación y estiaje, esta situación genera diversas formas que van desde terrazas aluviales, levées, llanuras de colmatación, cauces y lagunas de diversas edades. En este escenario de microrelieve pequeñas diferencias topográficas inferiores a un metro, pueden originar grandes diferencias en los niveles de inundación y en los ecosistemas. De acuerdo al microrelieve existen diferentes unidades geomorfológicas que van desde alturas, semialturas y bajos con diferente tipo de vegetación (Navarro, 2002; Navarro, 2011b).

En el Departamento de Cochabamba la vegetación correspondiente a esta provincia biogeográfica se encuentra tanto en las llanuras inundables y no inundables del norte de Cochabamba (Navarro y Ferreira, 2000; Navarro y Ferreira, 2004, como en las cuencas medias-bajas de los ríos Isiboro y Chapare conformada por sabanas arboladas bajas, abiertas e inundables sobre suelos con relieve gilgai. También existen bosques de galería constituidos por especies siempre verdes a siempre verdes estacionales, por bosques de Várzea ubicados sobre la llanura aluvial de ríos de aguas blancas y por bosques semidecíduos que crecen sobre suelos bien a medianamente drenados Navarro y Ferreira, 2000; Navarro, 2002; Navarro 2011a). En la provincia del Beni el principal factor ecológico discriminante de la vegetación, es la existencia o no de inundación proveniente del desborde de los ríos y el grado de drenaje del suelo, por esta situación existe un predominio de vegetación azonal edafohigrófila y acuática con ausencia de series climatófilas y edafoixerófilas (Navarro, 2002; Navarro y Ferreira, 2007; Navarro y Ferreira, 2011; Navarro, 2011b).

En el Departamento de Cochabamba la Provincia Biogeográfica Beniana está representada por dos sectores biogeográficos: el Sector Beniano Occidental con el Distrito Beniano Suroccidental y el Sector Beniano Oriental con el Distrito Beniano Suroriental. Ambos distritos están ubicados al noreste de Cochabamba en la provincia política Chapare entre el río Isiboro y el límite oriental del Territorio indígena y Parque Nacional Isiboro-Sécure (Navarro y Ferreira, 2009; Navarro, 2011a; Raisg, 2012).

5.5.1.1. Vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Beniana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Según Navarro (2011a), la vegetación climática potencial está representada por series edafohigrófilas, Sabanas herbáceas inundables de varios tipos y pantanos con vegetación flotante o enraizada, entre 180 a 400 m de altitud, sobre suelos anegados e inundados, suelos hidromórficos mal drenados, y suelos encharcados estacionalmente, e incluye el bioclima termotropical pluviestacional mesófitico. A continuación se presenta de forma resumida la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Beniana, particularizada para el Departamento de Cochabamba de acuerdo a la clasificación de la vegetación de Bolivia propuesta por Navarro (2011a), el orden para la presentación de la vegetación será la siguiente: tipo de bosque o vegetación, serie climática potencial, rango altitudinal, bioclima, distribución biogeográfica y provincia política.

5.5.1.1.1. Piso bioclimático termotropical

El clima es cálido y predominantemente con termotipo termotropical y bioclima pluviestacional subhúmedo a húmedo, con lluvias abundantes (900-1500 mm en promedio) concentradas entre noviembre- abril, seguido de varios meses de sequía (mayo-octubre) que generan un déficit hídrico en la vegetación (Navarro y Ferreira, 2009; Navarro, 2011b).

5.5.1.1.1.1. Sabanas arboladas inundables de los bajíos del Beni

Conjunto de sabanas arboladas dispersas de bajo tamaño que se inundan estacionalmente durante cuatro a ocho meses (1.5 - 2.0 m de agua). Las sabanas se encuentran sobre llanuras de inundación, con influencia de los ríos de aguas blancas. El estrato herbáceo está constituido por cañuelares de diferentes géneros de gramíneas.

5.5.1.1.1.1.1. Pampa de Cosorío

Serie de *Machaerium aristulatum*-*Erythrina fusca*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Sector beniano oriental, Distrito beniano suroriental y Sector beniano occidental, Distrito beniano suroccidental.

Provincia política: Carrasco y Chapare.

5.5.1.1.1.1.2. Pampa de Guayumequi y Cupesí

Serie de *Bergeronia sericea*-*Albizia inundata*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Sector beniano oriental, Distrito beniano suroriental y Sector beniano occidental, Distrito beniano suroccidental.
Provincia política: Carrasco y Chapare.

5.5.1.1.1.3. Bosques de galería de los arroyos del Beni

Bosque conformado por microfanerófitos (8-10 m) siempre verdes a siempre verdes estacionales, continuos o discontinuos con sotobosque ralo. Estos bosques forman franjas a lo largo de los riachuelos de aguas mixtas y claras. La mayor parte de las especies de estos bosques presentan raíces caulógenas y fúlcreas.

5.5.1.1.1.4. Bosque de arroyos de Manguillo y Asotocosi

Serie de *Croton sampatik*-*Albizia inundata*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Sector beniano occidental, Distrito beniano suroccidental.

Provincia política: Carrasco y Chapare.

5.5.1.1.1.5. Bosque de arroyos de Maní y Cosorío

Serie de *Phitecellobium corymbosum*-*Erythrina fusca*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Sector beniano occidental, Distrito beniano suroccidental.

Provincia política: Carrasco y Chapare.

5.5.1.1.1.6. Bosques de Várzea de los Llanos del Beni

Este grupo comparte muchas especies con la flora de los bosques de Várzea amazónicos de Pando. La vegetación se inunda estacionalmente por aguas blancas (con altos contenidos de sedimentos en suspensión, como arcillas y limos y niveles medios de sustancias minerales disueltos) de desbordamiento fluvial.

5.5.1.1.1.7. Bosque de Várzea de semialtura, de Isiri o Urupí y Ochoó

Serie de *Clarisia racemosa*-*Hura crepitans*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Sector beniano oriental, Distrito beniano suroriental.

Provincia política: Carrasco (cuenca baja del río Ichilo).

5.5.1.1.1.8. Bosque de Várzea de bajo, de Piraquina y Ochoó

Serie de *Xylopia ligustriifolia*-*Hura crepitans*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluvial estacional mesofítico

Distribución biogeográfica: Sector beniano oriental, Distrito beniano sureste.

Provincia política: Carrasco.

5.5.1.1.1.9. Bosque de Várzea inmadura de Pacay y Ochoó

Serie de *Inga nobilis*-*Hura crepitans*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluvial estacional mesofítico

Distribución biogeográfica: Sector beniano occidental, Distrito beniano suroccidental.

Provincia política: Chapare (ríos Isiboro-Chapare)

5.5.1.1.2. Bosques inundados por aguas blancas estancadas del suroeste de la Amazonía

Constituidos por bosques de Várzea maduros ubicados en la llanura aluvial de inundación pero alejados del cauce principal. El encharcamiento puede durar varios meses y los suelos tienen microrelieve gilgai a mediana escala. El dosel forestal es irregular y semiabierto, intercalado con pantanos permanentes. I

5.5.1.1.2.1. Bosque de aguas estancadas de Aceite y Guayabochi

Serie de *Copaifera reticulata*-*Calycophyllum spruceanum*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluvial estacional mesofítico

Distribución biogeográfica: Sector beniano oriental, Distrito beniano sureste y Sector beniano occidental, Distrito beniano suroccidental.

Provincia política: Carrasco y Chapare (ríos Isiboro-Chapare).

5.5.1.1.2.2. Bosque de aguas estancadas de Verdolago Blanco y Guayabochi

Serie de *Calycophyllum spruceanum*-*Terminalia amazonia*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluvial estacional mesofítico

Distribución biogeográfica: Sector beniano occidental, Distrito beniano suroccidental.

Provincia política: Chapare

5.5.1.1.2.3. Bosque de Pantano de Bibosi y Cosorío

Serie de *Ficus trigona*-*Erythrina fusca*

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Sector beniano oriental, Distrito beniano suroriental y Sector beniano occidental, Distrito beniano suroccidental.

Provincia política: Carrasco y Chapare (ríos Isiboro-Chapare).

5.5.1.1.3. Sabanas eutróficas inundables por aguas blancas del Beni

Este tipo de vegetación está ubicado en las llanuras aluviales recientes a sub-recientes del Beni, inundadas estacionalmente por aguas blancas a barrosas que transportan cargas importantes de sedimentos en suspensión. La inundación dura entre cinco a siete meses, alcanzando más de un metro de profundidad.

La vegetación predominante es herbácea con cañuelares de bajo de Cañuela Blanca (*Acroceras zizamoides-Paspalum fasciculatum*), que forman praderas altas y extensas. En zonas algo menos inundables existen sabanas arboladas inundadas de las comunidades de *Machaerium aristulatum-Erythrina fusca*. En zonas menos anegables existen comunidades de *Bergeronia sericea-Albizia inundata*.

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Beni suroccidental y Beni suroriental

Provincia política: Carrasco y Chapare

5.5.1.1.4. Vegetación herbácea de los pantanos del Beni

Este tipo de vegetación ocupa grandes áreas topográficas deprimidas, las cuales permanecen inundadas todo el año, o se secan superficialmente por uno a dos meses, manteniéndose el agua a poca profundidad en el sustrato de forma permanente. En el departamento de Cochabamba los pantanos junto con las sabanas eutróficas inundables ocupan grandes superficies de la Provincia Biogeográfica Beniana, en particular los pantanos de la zona sur ubicados entre el Río Sécore y el Isiboro-Chapare.

La vegetación es predominantemente herbácea constituida por extensos junquillares de *Cyperus giganteus*, flotantes o enraizados, que representa la comunidad más extendida en el Beni. Otro tipos de vegetación importantes son los patujusales pantanosos de *Thalia geniculata*, los yomomales flotantes o enraizados de *Oxycarium cubensis*.

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Beni suroccidental y Beni suroriental

Provincia política: Carrasco y Chapare

5.5.1.1.5. Bosques higrofíticos de llanura, bosques inundables y vegetación ripária de aguas blancas del Beni

Este tipo de vegetación está ubicado en las llanuras aluviales recientes y sub-recientes de los ríos de aguas blancas del Beni, formando amplias franjas o galerías boscosas que flanquean los ríos. Estas llanuras aluviales agrupan varios tipos de vegetación con diferente grado de madurez y sometidos a distintos niveles de inundación o ausencia de la misma.

La vegetación está formada por un mosaico de bosques inundables de aguas blancas corrientes y estancadas, como: *Albizia inundata*, *Alchornea schomburgkii* y *Bactris maraja*.

Rango altitudinal: 220 m

Bioclima: termotropical pluviestacional mesófitico

Distribución biogeográfica: Beni suroccidental y Beni suroriental (Río Isiboro, Río Chapare).

Provincia política: Carrasco y Chapare

VI. RESULTADOS y DISCUSIÓN

Antes de presentar los resultados, es necesario recordar que en la clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial del Departamento de Cochabamba, se han considerado las series edafohigrófilas climáticas inundables y las series climatófilas no inundables de las provincias biogeográficas Beniana y Amazónica Suroccidental. Así también, se ha considerado la vegetación climatófila de las provincias biogeográficas Yungueña Peruano-Boliviana, Boliviano-Tucumana, Puneña Mesofítica y Puneña Xerofítica, particularizadas para el Departamento de Cochabamba. En todos los casos, los valores de los parámetros climáticos e índices bioclimáticos calculados, corresponden a la altitud promedio de las series y no al límite altitudinal inferior o superior de las mismas.

Otro aspecto a recordar, son los bioclimas y los horizontes termotípicos y ombrotípicos obtenidos con el valor de la temperatura positiva (T_p) y la precipitación positiva (P_p). En cambio el índice de termicidad (It) y el índice ombrotérmico de los dos meses más secos consecutivos del año (Iod_2), se obtuvieron de la ficha bioclimática correspondiente a la estación meteorológica más adyacente a la vegetación considerada. Antes de desarrollar los resultados de este trabajo, también es necesario recordar que el bioclima de varias series climatófilas, se obtuvo extrapolando los valores de la temperatura media (de la estación meteorológica más cercana), a la altitud óptima calculada para cada serie, luego, el valor de la temperatura media fue utilizada para obtener la temperatura positiva anual.

También es importante destacar, que los resultados de la clasificación bioclimática coinciden bastante bien con los resultados obtenidos empíricamente por Navarro (2011a). Sin embargo, las diferencias más relevantes de este trabajo, se encuentran en los horizontes termotípicos y ombrotípicos obtenidos, en la caracterización numérica de los rangos de valores de las series climatófilas y edafohigrófilas climáticas, en la determinación y caracterización de los isobioclimas propuestos y en la elaboración de los mapas bioclimáticos, únicos para Departamento de Cochabamba.

A continuación, se describirán los resultados de la clasificación bioclimática del Departamento de Cochabamba, junto a una breve discusión, cuando sea necesario. La discusión se realizará, principalmente en base a la "Clasificación de la vegetación de Bolivia" propuesta por Navarro (2011a), debido a que este autor, fue el único investigador que utilizó la clasificación bioclimática mundial de Rivas-

Martínez *et al.*, (2011a), en sus trabajos sobre la distribución y la clasificación de la vegetación de Bolivia.

La exposición de los resultados se realizara de la siguiente manera: se comenzará con la región y las provincias biogeográficas de mayor nivel altitudinal que concurren en el Departamento de Cochabamba, como ser: la Región Surandina Tropical con la Provincia Puneña Mesofítica, Provincia Puneña Xerofítica, Provincia Yagueña Peruano-Boliviana y la Provincia Boliviano-Tucumana. Luego, se continuará con las regiones y provincias biogeográficas de menor elevación altitudinal, que corresponden a la Región Amazónica con la Provincia Amazónica Suroccidental, y la Región Brasileño-Paranaense, con la Provincia Beniana.

Dentro de cada provincia biogeográfica, se expondrá la clasificación bioclimática correspondiente a la vegetación climática potencial, comenzando por el piso bioclimático de mayor nivel altitudinal, que corresponde al criorotropical, seguido del orotropical, supratropical, mesotropical y termotropical. En cada piso bioclimático se indicará el tipo de vegetación climática potencial, como ser: sabanas arboladas o herbáceas, bosques de Várzea, bosques riparios, vegetación de pantanos, bosques de tierra firme, pajonales con vegetación crioturbaba, y a continuación se indicará entre paréntesis la serie climatófila o edafohigrófila climática correspondiente.

Por otra parte, para cada serie climatófila o edafohigrófila climática, se indicarán (en tablas) los valores de los parámetros del clima y de los índices bioclimáticos obtenidos. Posteriormente, en cada piso bioclimático se determinarán los isobioclimas (unidades que agrupan series de vegetación climatófila equivalentes ecológica y bioclimáticamente), con información (en tablas) de los rangos bioclimáticos de cada isobioclima. Finalmente se presentarán los mapas de los termotipos (pisos bioclimáticos), bioclimas y ombrotipos, y un mapa adicional que corresponde a la clasificación bioclimática conjunta del Departamento de Cochabamba, todos ellos a escala 1:750.000.

El nombre del tipo de vegetación considerada para cada piso bioclimático, corresponde a la propuesta de Navarro (2011a). Sin embargo, es necesario indicar que el mismo autor, propone equivalencias entre pisos bioclimáticos y pisos ecológicos, que aparecen en los nombres de algunos tipos de bosques, por ejemplo: el piso bioclimático gélido tropical es equivalente con el piso ecológico nival; el criorotropical es equivalente con el subnival; el orotropical es equivalente con el altoandino; el supratropical es equivalente con el altimontano; el mesotropical es equivalente con el montano; el

termotropical es equivalente con el basimontano/basal, y el infratropical es equivalente con el basal.

6.1. REGIÓN SURANDINA TROPICAL

En el Departamento de Cochabamba la Región Surandina Tropical está representada por la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, Puneña Xerofítica, Yungueña Peruano-Boliviana y Boliviano-Tucumana.

6.1.2. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA PUNEÑA MESOFÍTICA

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizado para el Departamento de Cochabamba, muestra la existencia de los siguientes termotipos: supratropical, orotropical y criorotropical, con bioclima pluviestacional y ombrotipo húmedo a subhúmedo (Figuras 10, 11, 12 y 13).

6.1.2.1. Piso bioclimático criorotropical pluviestacional húmedo

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizado para el Departamento de Cochabamba, muestra que el bioclima es criorotropical inferior pluviestacional húmedo inferior y corresponde a la "Pradera subnival de la Cordillera de Cochabamba", constituida de manera general por hemicriptófitos en roseta y pequeños matorrales dispersos (serie de *Werneria melanandra*-*Deyeuxia minima*). Los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $T_p = 828$; $I_o = 7.5$; $I_{od2} = \leq 2.5$; $T = 1.9$ °C y 622 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática, se encuentra en la tabla 10.

Es necesario señalar que en la obtención del bioclima de la "Pradera subnival de la Cordillera de Cochabamba" (*Werneria melanandra*-*Deyeuxia minima*), surgió un inconveniente con relación al valor del índice ombrotérmico (I_o) que resultó excesivamente elevado, esto ocurrió porque el valor de la temperatura media anual (T), calculado por encima de los 4 500 m fue muy bajo, generando un valor disminuido de la temperatura positiva (T_p) que al relacionarse con el valor de la precipitación positiva (P_p), promueve un incremento desmesurado del índice ombrotérmico, con valores de humedad extremadamente elevados para las altas montañas de Cochabamba y Bolivia, que en realidad no ocurre, ya que en las elevadas montañas de Bolivia la tendencia de la precipitación no es aumentar, sino disminuir. Para verificar este hecho, revisamos los valores mensuales y anuales de precipitación (mm) de algunos observatorios de la Cordillera Oriental de Bolivia ubicados por encima de los 4 000 m de altitud (Comanche: 4 055

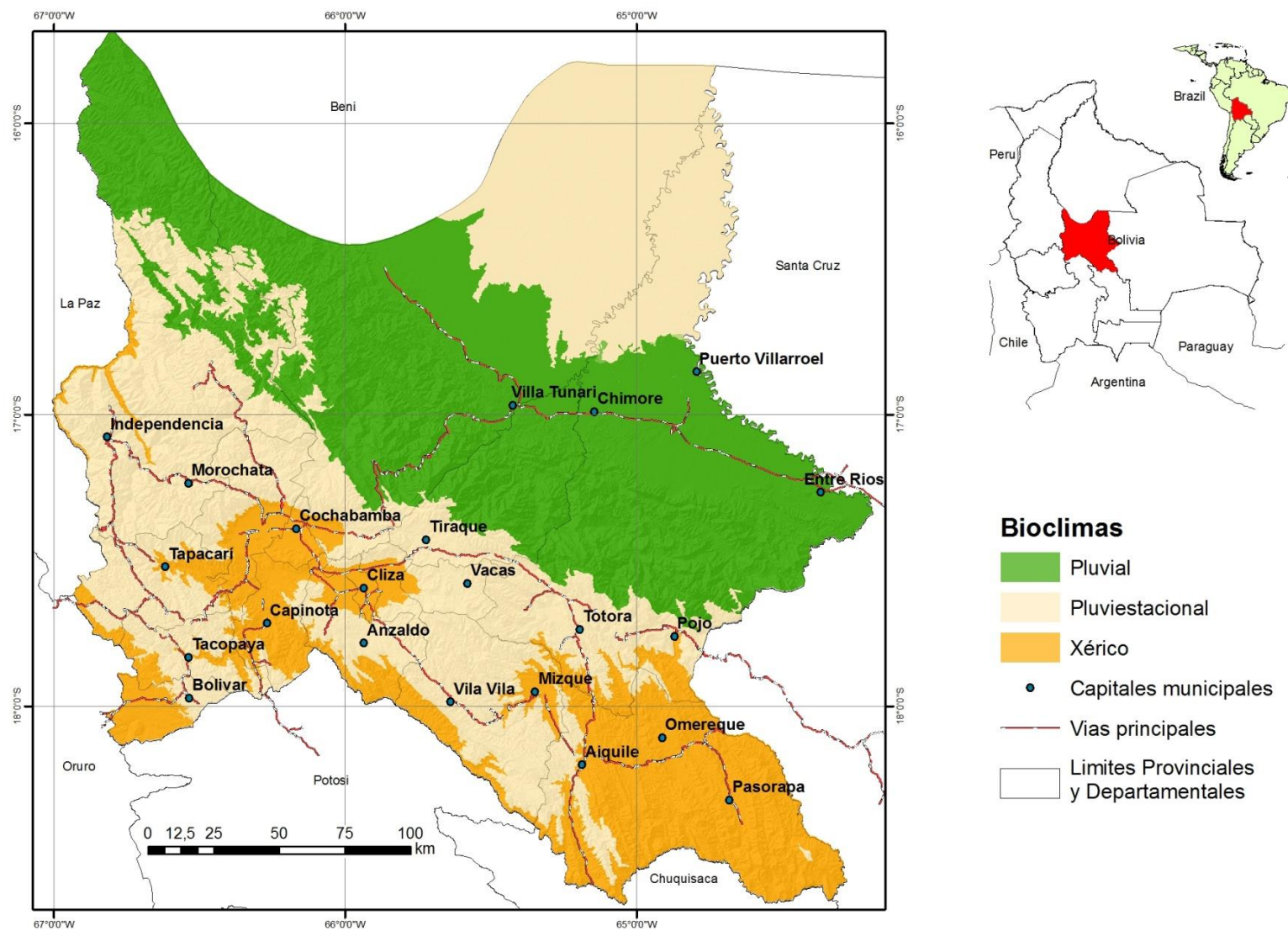


Figura 10. Bioclimas del Departamento de Cochabamba

Fuente: Milton Fernández y Gonzalo Navarro, (2015)
Edición cartográfica: Wanderley Ferreira

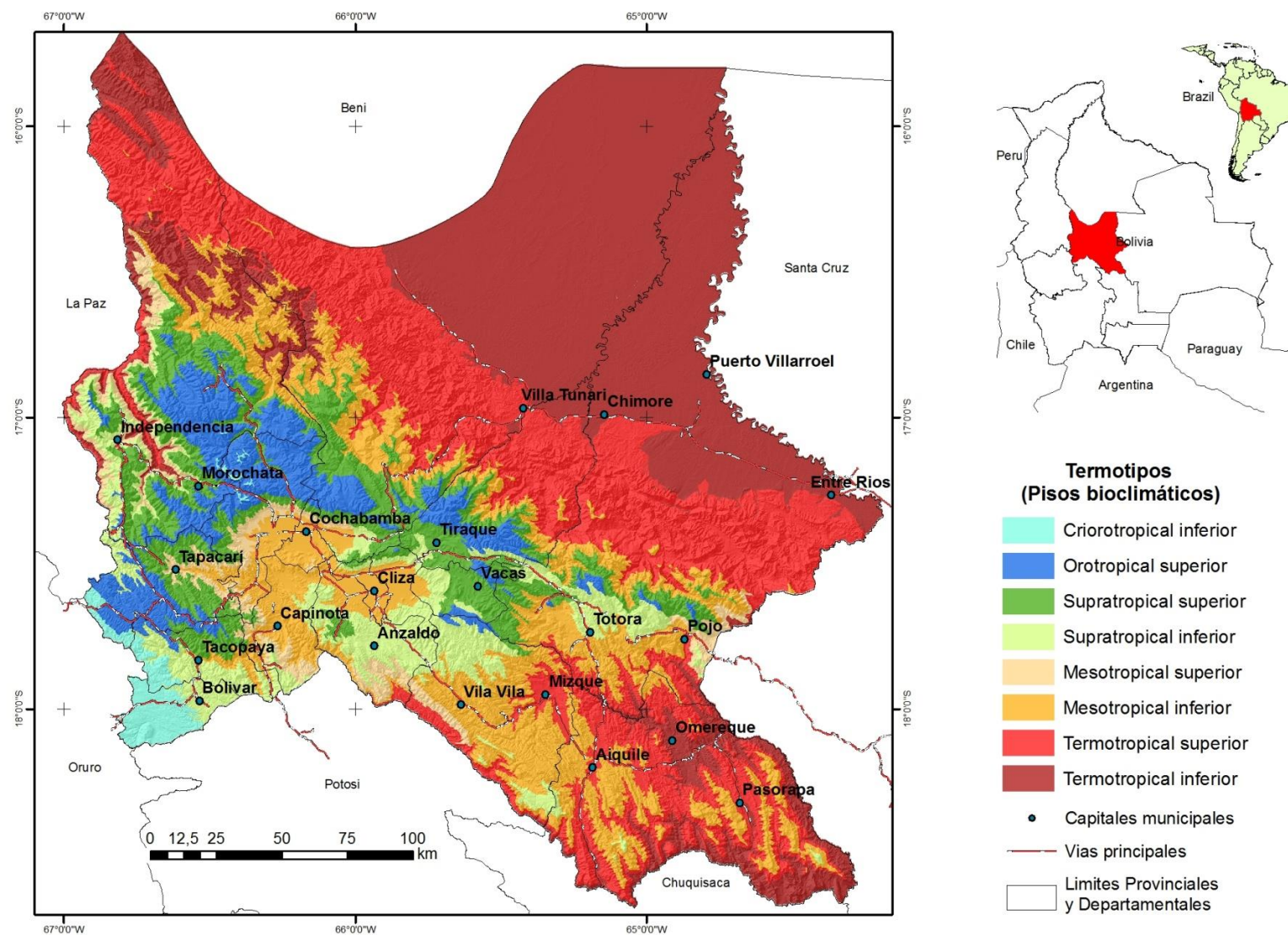


Figura 11. Termotipos del Departamento de Cochabamba

Fuente: Milton Fernández y Gonzalo Navarro, (2015)
Edición cartográfica: Wanderley Ferreira

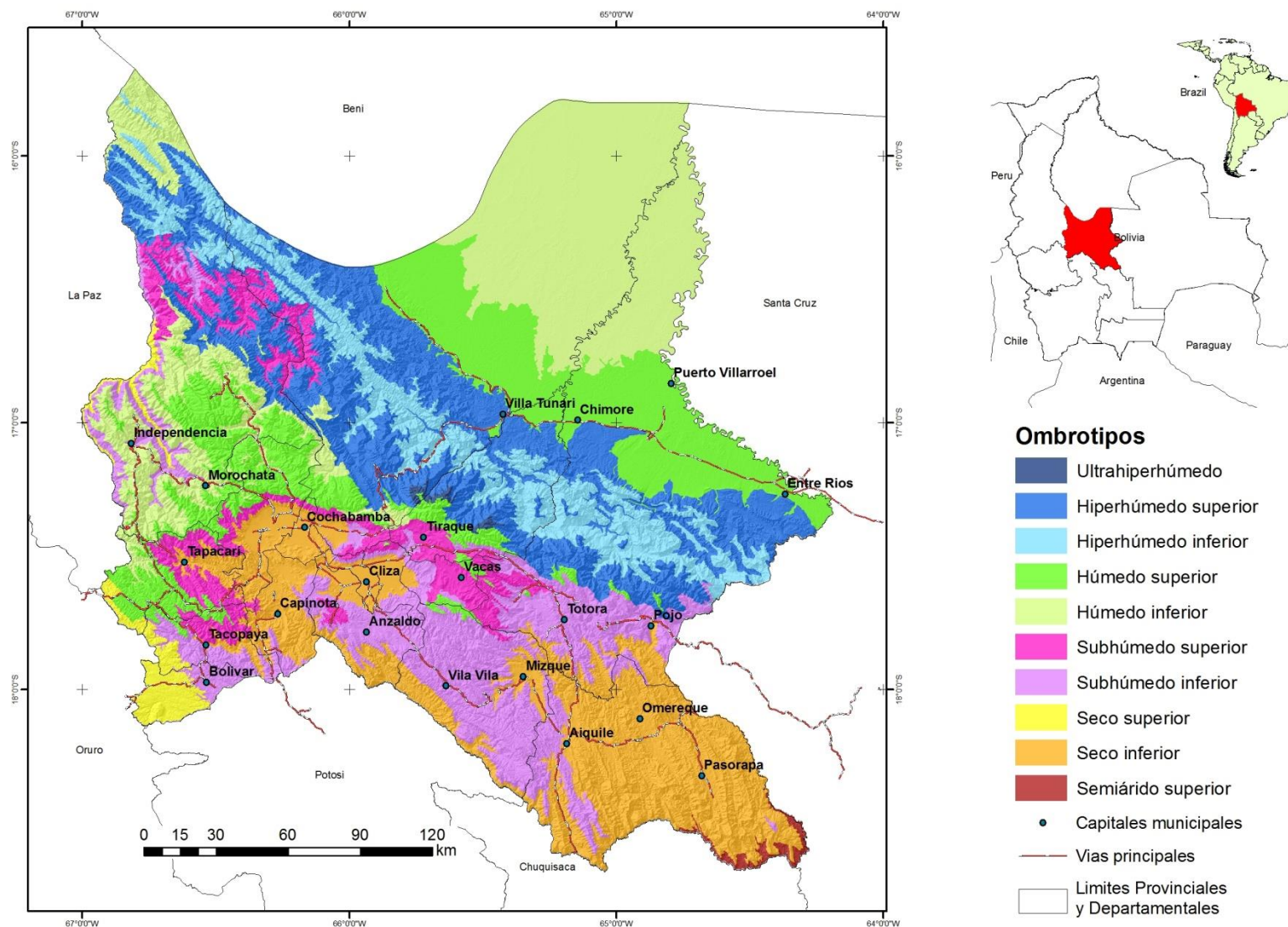


Figura 12. Ombrotipos del Departamento de Cochabamba

Fuente: Milton Fernández y Gonzalo Navarro, (2015)
Edición cartográfica: Wanderley Ferreira

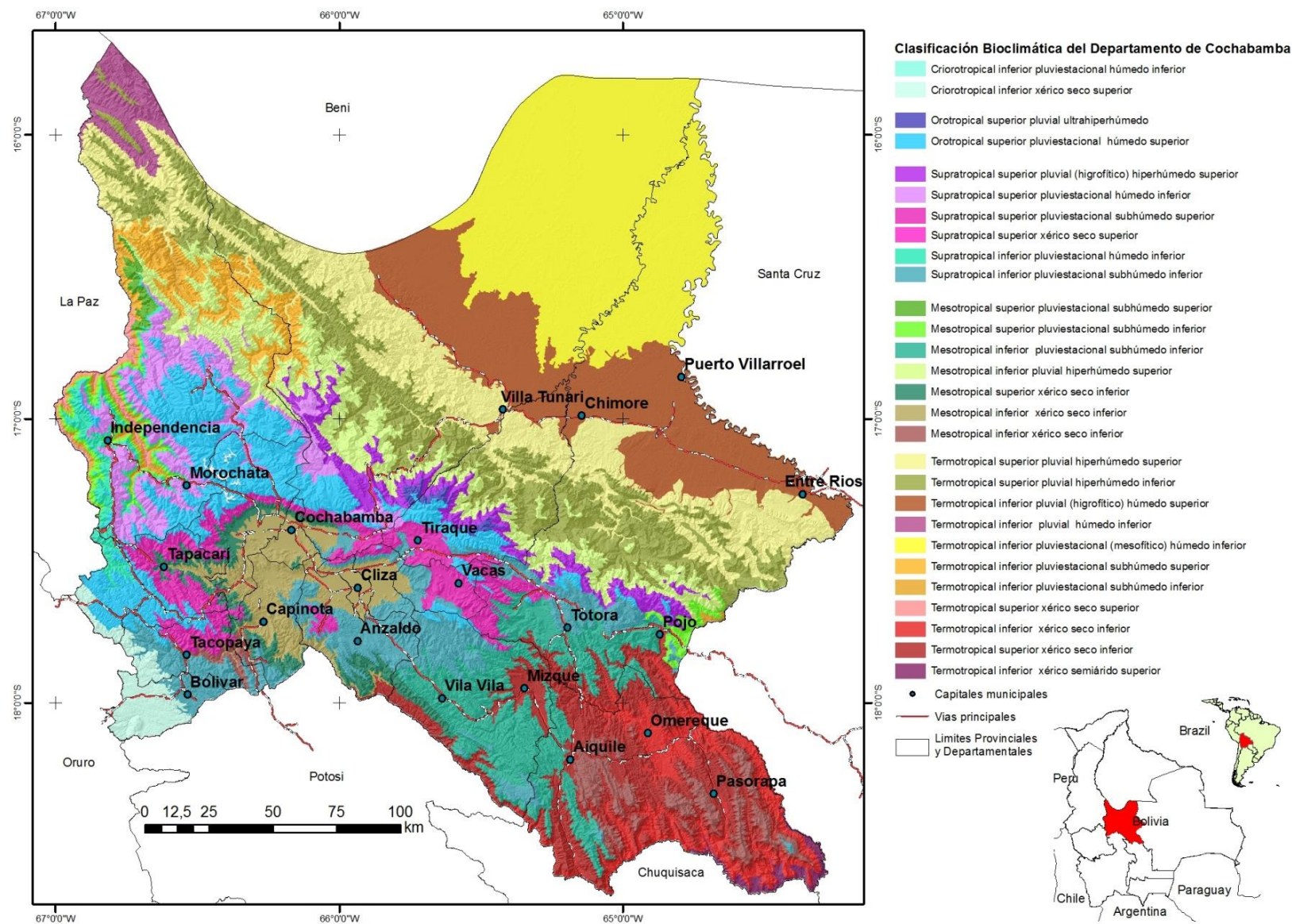


Figura 13. Clasificación bioclimática del Departamento de Cochabamba

Fuente: Milton Fernández y Gonzalo Navarro, (2015)
Edición cartográfica: Wanderley Ferreira

m y 560 mm; Ulla Ulla: 4 337 m y 495 mm; Chacaltaya: 5 220 m y 421 mm), y verificamos que la precipitación tiende a disminuir por encima de los 4 300 m. Por esta razón, para la clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial del piso bioclimático criorotropical, utilizamos un artificio matemático que consistió en adicionar 5 unidades a la temperatura media anual que esté entre 0°C a 2.5°C. Con este procedimiento obtuvimos un índice ombrotérmico que se ajusta mejor a la cantidad real de lluvia y a la vegetación existente por encima los 4500 m.

6.1.2.2. Piso bioclimático orotropical pluviestacional húmedo

La vegetación climática potencial de este piso bioclimático presenta bioclima orotropical superior pluviestacional húmedo superior y corresponde al "Pajonal altoandino húmedo de la Cordillera de Cochabamba", constituido por herbazales gramínoles, hemicriptófitos en roseta, caméfitos subfruticosos y geófitos (serie de *Misbrookea strigosissima-Stipa hans-meyeri*). Los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $I_t = <160$; $T_p = 540$; $I_o = 9.9$; $I_{od2} = \leq 2,5$; $T = 4.5$ °C y 534 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática, se encuentra en la tabla 11.

6.1.2.3. Piso bioclimático supratropical pluviestacional subhúmedo

La vegetación climática potencial del piso bioclimático supratropical (constituida por bosques bajos del género *Polylepis* y arbustos micrófilos siempre verde estacionales), presenta variantes bioclimáticas a nivel de horizonte termotípico y ombrotípico (inferior-superior). La primera variante sucede cuando el bioclima es supratropical superior pluviestacional subhúmedo superior y corresponde tanto al "Bosque Puñeno de *Polylepis* de la Cordillera de Cochabamba" (serie de *Berberis commutata-Polylepis subtusalbida*), con los siguientes valores e índices bioclimáticos calculados: $I_t = 160 - 320$; $T_p = 1080$; $I_o = 4.9$; $I_{od2} = \leq 2,5$; $T = 9.0$ °C y 534 mm de precipitación aproximada, como a los "Bosques Puneños de *Polylepis* del sur de la Cordillera de Tiraque" (serie de *Mutisia cochabambensis-Polylepis besseri*), con los siguientes valores e índices bioclimáticos: $I_t = 160 - 320$; $T_p = 1248$; $I_o = 5.6$; $I_{od2} = \leq 2,5$; $T = 10.4$ °C y 704 mm de precipitación aproximada. La segunda variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior y corresponde al "Bosque de *Polylepis* transicional del sureste de Cochabamba" (serie de *Berberis rariflora-Polylepis tomentella*), y al "Bosque puneño de *Polylepis* transicional a los Yungas de Cochabamba" (serie de *Citharexylum punctatum-Polylepis lanata*). Los valores climáticos e índices

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de vegetación (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	***T _p Calc	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Criorotropical inferior pluviestacional húmedo inferior	<i>Werneria melanandra</i> - <i>Deyeuxia minima</i>	Pradera subnival de la Cordillera de Cochabamba	7,5	≤ 2.5	-	1,9 + 5	228	828	622	> 4700	Misicuni (3793 m)	25

Tabla 10. Bioclima criorotropical pluvial húmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatofila

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

*** Temperatura positiva calculada con el artificio matemático

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de vegetación (Según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Orotropical superior pluviestacional húmedo superior	<i>Misbrookea</i> <i>strigosissima-Stipa hans-</i> <i>meyerii</i>	Pajonal altoandino húmedo de la Cordillera de Cochabamba	9,9	≤ 2.5	< 160	4,5	540	534	4000 - 4700	La Violeta (2614 m)	25

Tabla 11. Bioclima orotropical pluvial húmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

bioclimáticos calculados para estas dos series son: $I_t = 160 - 320$; $T_p = 1680$; $I_o = 4.1$; $I_{od2} = \leq 2.5$; $T = 14.0$ °C y 691 mm de precipitación aproximada, e $I_t = 160 - 320$; $T_p = 1356$; $I_o = 5.2$; $I_{od2} = \leq 2.5$; $T = 11.3$ °C y 704 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática, se encuentra en la tabla 12.

Es necesario señalar que el bioclima del “Bosque puneño de *Polylepis* transicional a los Yungas de Cochabamba” (*Citharexylum punctatum*-*Polylepis lanata*), y de los “Bosques Puneños de *Polylepis* del sur de la Cordillera de Tiraque” (*Mutisia cochabambensis*-*Polylepis besseri*), se obtuvieron con la temperatura media anual de la estación meteorológica de Tiraque (provincia política Tiraque), y con la precipitación media anual de la estación meteorológica de Alalaly (provincia política Mizque). Ambas estaciones meteorológicas están en la misma provincia biogeográfica, a una similar altitud sobre el nivel del mar, y en ambas localidades existen bosques de *Polylepis*. Con este procedimiento obtuvimos el ombrotipo subhúmedo superior que se ajusta mejor a la vegetación climática potencial considera. El procedimiento utilizado para obtener estos resultados, está explicado en el ejemplo N°2, del subtítulo 3.2.6., correspondiente al capítulo materiales, metodología y marco conceptual.

6.1.2.3.1. Isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo

Los resultados descritos en el subtítulo anterior muestran que el “Bosque puneño de *Polylepis* transicional a los Yungas de Cochabamba” (*Berberis commutata*-*Polylepis subtusalbida*), los “Bosques Puneños de *Polylepis* del sur de la Cordillera de Tiraque” (*Mutisia cochabambensis*-*Polylepis besseri*), el “Bosque de *Polylepis* transicional del sureste de Cochabamba” (*Berberis rariflora*-*Polylepis tomentella*), y el “Bosque puneño de *Polylepis* transicional a los Yungas de Cochabamba” (*Citharexylum punctatum*-*Polylepis lanata*), presentan bioclimas bastante similares. Por lo tanto, de acuerdo al concepto de isobioclima de Rivas-Martínez *et al.*, (2011a), las series de vegetación climatófilas equivalentes u homólogas ecológica y bioclimáticamente, pueden ser agrupadas en un isobioclima. Un argumento a favor de esta idea, reside en la naturaleza de integración y síntesis del concepto de isobioclima, por esta razón, es más ventajoso unir bioclimas que separarlos, y el resultado final debería ser en mayor o menor grado útil para interpretar el ecosistema.

En base a los argumentos descritos líneas arriba los bioclimas de los bosques de *Polylepis* de la Puna Mesofítica con sus respectivas series, pueden ser agrupados en el isobioclima supra tropical pluviestacional subhúmedo. Otro argumento a favor de unir el bioclima de estos bosques, es que las variables geofísicas y las biocenosis del ecosistema

constituido por los bosques pluviestacionales del piso bioclimático supratropical correspondiente a los bosques de *Polylepis*, es muy similar para todas las series (Navarro, 2011). En la tabla 13, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

De aquí en adelante, y en base al razonamiento descrito líneas arriba, cuando la vegetación climática potencial (series climatófilas) de los pisos bioclimáticos considerados, sean equivalentes ecológica y bioclimáticamente incluyendo las variantes bioclimáticas a nivel de ombrotipo y de horizonte termotípico y ombrotípico, serán agrupadas en un mismo isobioclima.

6.1.3. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA PUNEÑA XEROFÍTICA

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Xerofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba, señala la existencia de los siguientes termotipos: orotropical y criorotropical, con bioclima xérico y ombrotipo seco (Figuras 10, 11, 12 y 13).

6.1.3.1. Piso bioclimático criorotropical xérico seco

Según (Navarro, 2011a), la vegetación climática potencial de este piso bioclimático, está constituida por “Pajonales subnavales y vegetación geliturbada de la Puna xerofítica centro-oriental de Bolivia”. Sin embargo, el mismo autor señala que en el Departamento de Cochabamba, hacen falta más estudios para determinar las series, asociaciones y comunidades vegetales de esta provincia biogeográfica. A pesar de esta situación, en nuestro estudio obtuvimos los valores climáticos e índices bioclimáticos utilizando los datos meteorológicos de las estaciones próximas (Caracollo, Bolívar, Oruro y Wariscata) al límite occidental de la provincia política Bolívar. Los valores e índices bioclimáticos que mejor se ajustaron a la vegetación descrita por Navarro (2011a), provienen de los datos correspondientes a la estación meteorológica de Wariscata, ubicada al noreste del Departamento de Oruro. Con este procedimiento, el bioclima obtenido es criorotropical inferior xérico seco superior, y corresponde a los pajonales subnavales y vegetación geliturbada de la Puna xerofítica, los valores e índices bioclimáticos calculados son: $I_t = 275$; $T_p = 1\ 263$; $I_o = 3.3$; $I_{od2} = 0.83$; $T = 10.5\ ^\circ\text{C}$ y 415 mm de precipitación aproximada se encuentran en la tabla 14.

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Supratropical superior pluviestacional subhúmedo superior	<i>Berberis commutata</i> - <i>Polylepis subtusalbida</i>	Bosque Puñeno de <i>Polylepis</i> de la Cordillera de Cochabamba	4,9	≤ 2,5	160 - 320	9,0	1080	534	3200 a 3900 - 4000	La Violeta (2614 m)	25
Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior	<i>Berberis rariflora</i> - <i>Polylepis</i> <i>tomentella</i>	Bosque de <i>Polylepis</i> transicional, del sureste de Cochabamba	4,1	≤ 2,5	160 - 320	14,0	1680	691	2800 - 2900 a 3500 - 3600	Totora (2908 m)	25
Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo superior	<i>Citharexylum punctatum</i> - <i>Polylepis lanata</i>	Bosque puneño de <i>Polylepis</i> transicional a los Yungas de Cochabamba	5,2	≤ 2,5	160 - 320	11,3	1356	704	3100 - 3800	Tiraque (3294 m) Alalay (3320 m)	25
Supratropical superior pluviestacional subhúmedo superior	<i>Mutisia cochabambensis</i> - <i>Polylepis besseri</i>	Bosques puneños de <i>Polylepis</i> del sur de la Cordillera de Tiraque	5,6	≤ 2,5	160 - 320	10,4	1248	704	3200 a 3900 - 4000	Tiraque (3294 m) Alalay (3320 m)	25

Tabla 12. Bioclima supratropical pluviestacional subhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatófila

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Resultados y Discusión

Isobioclima	Serie equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Supratropical pluviestacional subhúmedo	<i>Berberis commutata</i> - <i>Polylepis subtusalbida</i>	Bosque Puñeno de <i>Polylepis</i> de la Cordillera de Cochabamba	4,1 - 5,6	≤ 2,5	160 - 320	9,5 - 14,0	1080 - 1680	534 - 704	2800 - 2900 a 3900 - 4000
	<i>Mutisia cochabambensis</i> - <i>Polylepis besseri</i>	Bosque de <i>Polylepis</i> transicional, del sureste de Cochabamba							
	<i>Berberis rariflora</i> - <i>Polylepis tomentella</i>	Bosque puneño de <i>Polylepis</i> transicional a los Yungas de Cochabamba							
	<i>Citharexylum punctatum</i> - <i>Polylepis lanata</i>	Bosques puneños de <i>Polylepis</i> del sur de la Cordillera de Tiraque							

Tabla 13. Isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba.

* Rango de los valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Rango de precipitación de las estaciones meteorológicas de referencia

Bioclima	Tipo de vegetación (según Navarro, 2011)	*I _o	*I _{od2}	*I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Criorotropical inferior xérico seco superior	Pajonal subnival de la Puna Xerofítica centro- oriental (sin datos de campo)	3,3	0,83	275	10,5	1263	415	Encima de 4500 - 4700	Wariscata (4300 m)	18 (Temp.) 16 (Precip.)
Criorotropical inferior xérico seco superior	Vegetación geliturbada subnival de la Puna Xerofítica centro-oriental (sin datos de campo)	3,3	0,83	275	10,5	1263	415	Encima de 4500 - 4700	Wariscata (4300 m)	18 (Temp.) 16 (Precip.)

Tabla 14. Bioclima criorotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Puneña Xerofítica, individualizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos extrapolados a partir de la estación meteorológica de Wariscata

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

6.1.3.2. Piso bioclimático orotropical xérico seco

El bioclima de la vegetación climática potencial de este piso bioclimático es orotropical superior xérico seco inferior y corresponde al "Herbazal anual altoandino de la Puna Xerofítica desarrollado sobre suelos pedregosos" (serie de *Tarasa tarapacana-Muhlenbergia peruviana*), constituida por comunidades herbáceas anuales y por pequeños terófitos que crecen durante la época de lluvias y mueren en la época seca. Los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 91$; $Tp = 1013$; $Io = 2.5$; $Iod2 = 0.45$; $T = 8.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 250 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática, se encuentra en la tabla 15.

6.1.4. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA YUNGUEÑA PERUANO-BOLIVIANA

La vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba, presenta los siguientes termotipos: termotropical, mesotropical, supratropical y orotropical. El bioclima puede ser pluvial, pluviestacional y xérico, y el ombrotipo puede ser ultrahiperhúmedo, hiperhúmedo, húmedo, subhúmedo o seco (Figuras 10, 11, 12 y 13).

6.1.4.1. Piso bioclimático orotropical pluvial ultrahiperhúmedo

La vegetación climática potencial de este piso bioclimático tiene bioclima orotropical superior pluvial ultrahiperhúmedo y corresponde al "Bosque yungueño altoandino de *Polylepis pepeí*" (serie de *Gynoxis asterotricha -Polylepis pepeí*), constituido por bosques bajos siempre verdes de *Polylepis pepeí*, con epífitos, musgos y helechos higrofitos, los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = < 160$; $Tp = 552$; $Io = 45.5$; $Iod2 = > 2.5$; $T = 4.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 2515 mm de precipitación aproximada.

Según Navarro (2011a), el bioclima del "Bosque yungueño altoandino de *Polylepis pepeí*", es orotropical pluvial hiperhúmedo, pero en nuestro estudio el ombrotipo resultó ultrahiperhúmedo. Esta diferencia en el ombrotipo, posiblemente se debe a que la vegetación considerada se encuentra en una zona transicional o ecotonal, donde cambia el ombrotipo ultrahiperhúmedo a hiperhúmedo. Otra posible causa podría estar relacionada con la ausencia de estaciones meteorológicas cercanas a la vegetación considerada, lo cual puede dificultar la obtención de valores climáticos e índices bioclimáticos más ajustados con la vegetación. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 16.

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de vegetación (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Orotropical superior xérico seco inferior	<i>Tarasa tarapacana</i> - <i>Muhlenbergia peruviana</i>	Herbazal anual altoandino de la Puna Xerofítica sobre suelos pedregosos	2,5	0,45	91	8,4	1013	250	3600 - 3800	Uyuni (3660 m)	47

Tabla 15. Bioclima orotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Puneña Xerofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatofila

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Orotropical superior pluvial ultrahiperhúmedo	<i>Gynoxis asterotricha</i> - <i>Polylepis pepeí</i>	Bosque yungueño altoandino de <i>Polylepis</i> <i>pepei</i>	45,5	> 2,5	< 160	4,6	552	2515	3600 - 3700 a 4300	Represa Corani (3 240 m)	25

Tabla 16. Bioclima orotropical pluvial ultrahiperhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatofila

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

6.1.4.2. Piso bioclimático supratropical pluvial hiperhúmedo

La vegetación climática potencial de este piso bioclimático de forma general está constituido por especies arbóreas siempre verdes de tamaño medio del género *Polylepis*, especies de pino de monte (*Podocarpus*) y por especies lauroides de hoja gruesa. En este ambiente, tanto el “Bosque yungueño de *Polylepis* altimontano pluvial de los Yungas de Cochabamba” (serie de *Ilex mandonii*-*Polylepis lanata*), como el “Bosque altimontano pluvial de los Yungas de Cotacajes y Altamachi” (serie de *Prunus tucumanensis*-*Hesperomeles ferruginea*), y el “Bosque altimontano pluvial de los Yungas del Ichilo” (serie de *Weinmannia bangii*-*Weinmannia fagaroides*) tienen bioclima supratropical superior pluvial (higrofítico) hiperhúmedo superior, los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 232$; $Tp = 1076$; $Io = 23.4$; $Iod2 = 5.4$; $T = 8.9$ °C y 2515 mm de precipitación aproximada.

Es necesario señalar que en la clasificación bioclimática del “Bosque yungueño de *Polylepis* altimontano pluvial de los Yungas de Cochabamba”, el “Bosque altimontano pluvial de los Yungas de Cotacajes y Altamachi”, y el “Bosque altimontano pluvial de los Yungas del Ichilo”, la interpretación de los datos meteorológicos de la Represa Corani, (provincia política Chapare), sirvieron de base para determinar el bioclima supratropical pluvial hiperhúmedo, correspondiente a las series consideradas en este subtítulo.

Debido a que las series climatófilas mencionadas líneas arriba, tienen el mismo bioclima (supratropical superior pluvial (higrofítico) hiperhúmedo superior), estas pueden ser agrupadas en el isobioclima supratropical pluvial hiperhúmedo, que correspondería a los bosques de la Ceja de Monte inferior de los Yungas de Cochabamba. En la tabla 17, se presentan los valores climáticos e índices bioclimáticos que corresponden tanto al isobioclima como al bioclima determinado.

6.1.4.3. Piso bioclimático supratropical pluviestacional húmedo

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial (constituida por especies arbóreas siempre verdes de tamaño medio del género *Polylepis* y por especies arbóreas de pino de monte), de este piso bioclimático, muestra la existencia de variantes bioclimáticas a nivel de horizonte termotípico (inferior-superior). La primera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es supratropical superior pluviestacional húmedo inferior y corresponde al “Bosque de *Polylepis* altimontano húmedo pluviestacional de los Yungas de Cochabamba” (serie de *Styloceras columnare*-*Polylepis lanata*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 160-320$; $Tp = 1320$; $Io = 6.8$; $Iod2 = \leq 2.5$; $T = 11.0$ °C y 894 mm de precipitación aproximada. La

segunda variante bioclimática sucede cuando el bioclima es supratropical inferior pluviestacional húmedo inferior y corresponde al “Bosque altimontano inferior pluviestacional de los yungas de Cotacajes” (serie de *Blepharocalyx salicifolius*-*Podocarpus glomeratus*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 160-320$; $Tp = 1524$; $Io = 6.8$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 12.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 1524 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 18.

6.1.4.3.1. Isobioclima supratropical pluviestacional húmedo

Los resultados descritos en el párrafo anterior muestran que el bioclima del “Bosque de *Polylepis* altimontano húmedo pluviestacional de los Yungas de Cochabamba” (*Styloceras columnare*-*Polylepis lanata*) y el “Bosque altimontano inferior pluviestacional de los yungas de Cotacajes” (*Blepharocalyx salicifolius*-*Podocarpus glomeratus*), tienen bastante similitud y solo varían en el horizonte termotípico (inferior-superior). Por esta razón y de acuerdo a los argumentos descritos en el **subtítulo 6.1.2.3.1.**, es posible agrupar el bioclima de estas series climatófilas, en el isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo. En la tabla 19, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

6.1.4.4. Piso bioclimático mesotropical pluvial hiperhúmedo

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial (constituida por especies lauroides siempre verdes) de este piso bioclimático, muestra la existencia de variantes bioclimáticas a nivel de horizonte ombrotípico (inferior-superior). La primera variante bioclimática sucede cuando el bioclima es mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo inferior y corresponde al “Bosque yungueño montano-inferior hiperhúmedo de los Yungas de Coroico y Altamachi-Corani” (serie de *Ocotea jelskii*-*Podocarpus oleifolius*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 2184$; $Io = 17.2$; $Iod2 = > 2,5$; $T = 18.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 3755 mm de precipitación aproximada. La segunda variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo superior y corresponde tanto al “Bosque yungueño montano-inferior pluvial de los Yungas de Vandiola-Ivirizu” (serie de *Prumnopitys exigua*-*Podocarpus oleifolius*), como al “Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas del Espíritu Santo” (serie de *Podocarpus oleifolius*-*Weinmannia cochabambensis*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 2276$; $Io = 18.1$; $Iod2 = > 2,5$; $T = 17.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 3755 mm de precipitación aproximada e $It = 320-490$; $Tp = 2040$; $Io = 18.4$; $Iod2 = > 2,5$; $T = 17.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 3755 mm de precipitación aproximada, respectivamente.

En este piso bioclimático está incluido de forma excepcional el bioclima supratropical inferior pluvial hiperhúmedo superior correspondiente al "Bosque yungueño montano-superior pluvial de los Yungas de Vandiola-Ivirizu" (serie de *Persea ruizii-Prumnopitys exigua*), con los siguientes valores climáticos e índices bioclimáticos: It = 160-320; Tp = 1644; Io = 22.8; Iod2 = > 2,5; T = 13.7 °C y 3755 mm de precipitación aproximada. Al respecto Navarro (2011a), señala que el bioclima correspondiente al "Bosque yungueño montano-superior pluvial de los Yungas de Vandiola-Ivirizu" es mesotropical superior pluvial hiperhúmedo.

Antes de presentar el resultado del párrafo anterior, revisamos los datos meteorológicos de las estaciones (Ivirizu Sehuencas, Locotal, Montepunku, Represa Corani) próximas al "Bosque yungueño montano-superior pluvial de los Yungas de Vandiola-Ivirizu" (*Persea ruizii-Prumnopitys exigua*), y en todos los casos el termotipo resulto supratropical inferior. Este resultado diferente a nivel de termotipo posiblemente se debe a que la vegetación considerada se encuentra en una zona transicional o ecotonal, donde cambia el termotipo mesotropical superior a supratropical inferior. Otra posible causa a considerar, está relacionada con la ausencia de estaciones meteorológicas cercanas a la vegetación climática, lo cual puede dificultar la obtención de valores e índices bioclimáticos más ajustados con la vegetación. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 20.

6.1.4.4.1. Isobioclima mesotropical pluvial hiperhúmedo

Los resultados descritos en el párrafo anterior muestran que el bioclima del "Bosque yungueño montano-inferior hiperhúmedo de los Yungas de Coroico y Altamachi-Corani" (*Ocotea jelskii-Podocarpus oleifolius*), así como el bioclima del "Bosque yungueño montano-inferior pluvial de los Yungas de Vandiola-Ivirizu" (*Prumnopitys exigua-Podocarpus oleifolius*) y el bioclima del "Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas del Espíritu Santo" (*Podocarpus oleifolius-Weinmannia cochabambensis*), es bastante similar y solo varía en el horizonte ombrotípico (inferior-superior). Por esta razón y en base a los argumentos descritos en el **subtítulo 6.1.2.3.1.**, es posible agrupar el bioclima de estos tres tipos bosques con sus series climatófilas, en el isobioclima mesotropical pluvial hiperhúmedo. En la tabla 21, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

Resultados y Discusión

Isobioclima	Series equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Supratropical pluvial hiperhúmedo	<i>Ilex mandonii</i> - <i>Polylepis lanata</i>	Bosque yungueño de <i>Polylepis</i> altimontano pluvial de los Yungas de Cochabamba	23,4	5,4	232	8,9	1076	2515	2 900 - 3300
	<i>Prunus tucumanensis</i> - <i>Hesperomeles ferruginea</i>	Bosque altimontano pluvial de los Yungas de Cotacajes y Altamachi							
	<i>Weinmannia bangii</i> - <i>Weinmannia fagaroides</i>	Bosque altimontano pluvial de los Yungas del Ichilo							

Tabla 17. Isobioclima supratropical pluvial hiperhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Supratropical superior pluviestacional húmedo inferior	<i>Styloceras columnare</i> - <i>Polylepis lanata</i>	Bosque de <i>Polylepis</i> altimontano húmedo pluviestacional de los Yungas de Cochabamba	6,8	≤ 2,5	160 - 320	11	1320	894	2900 - 3100 a 3600 - 3700	Independencia (2 778 m)	25
Supratropical inferior pluviestacional húmedo inferior	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> - <i>Podocarpus glomeratus</i>	Bosque altimontano inferior pluvial de los Yungas de Cotacajes	6,8	≤ 2,5	160 - 320	12,7	1524	1039	2800 - 3300	Chorocona (2 600 m)	25

Tabla 18. Bioclima supratropical pluvial húmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climática

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Isobioclima	Serie equivalente bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Supratropical pluviestacional húmedo	<i>Styloceras columnare</i> - <i>Polylepis lanata</i>	Bosque de <i>Polylepis</i> altimontano húmedo pluviestacional de los Yungas de Cochabamba	6,8	≤ 2,5	160 - 320	11 - 12,7	1320 - 1524	894 - 1039	2800 - 2900 a
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> - <i>Podocarpus glomeratus</i>	Bosque altimontano inferior pluvial de los Yungas de Cotacajes							3600 - 3700

Tabla 19. Isobioclima supratropical pluvial húmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Rango de precipitación de las estaciones meteorológicas de referencia

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo inferior	<i>Ocotea jelskii</i> - <i>Podocarpus oleifolius</i>	Bosque yungueño montano-inferior hiperhúmedo de los Yungas de Coroico y Altamachi-Corani	17,2	> 2,5	320 - 490	18,2	2184	3755	1900 - 2100 a 2300 - 2400	Ivirizu Sehuencas (2 020 m)	25
Supratropical inferior pluvial hiperhúmedo superior	<i>Persea Ruizii-Prumnopitys exigua</i>	Bosque yungueño montano-superior pluvial de los Yungas de Vandíola-Ivirizu	22,8	> 2,5	160- 320	13,7	1644	3755	2600 - 3200	Ivirizu Sehuencas (2 020 m)	25
Mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo superior	<i>Prumnopitys exigua</i> - <i>Podocarpus oleifolius</i>	Bosque yungueño montano-inferior pluvial de los Yungas de Vandíola-Ivirizu	18,1	> 2,5	320 - 490	17,3	2076	3755	2000 - 2100 a 2500 - 2600	Ivirizu Sehuencas (2 020 m)	25
Mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo superior	<i>Podocarpus oleifolius</i> - <i>Weinmannia cochabambensis</i>	Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas del Espíritu Santo	18,4	> 2,5	320 - 490	17,0	2040	3755	1900 - 2800	Ivirizu Sehuencas (2 020 m)	25
Mesotropical superior pluvial subhúmedo superior	<i>Clethra cuneata</i> - <i>Weinmannia sorbifolia</i>	Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas del Boopi y Cotacajes	5,2	≤ 2,5	320 - 490	16,6	1992	1039	1900 - 2000 a 2800 - 2900	Chorocona (2 600 m)	25
Mesotropical inferior pluvial húmedo superior	<i>Juglans boliviana</i> - <i>Podocarpus oleifolius</i>	Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas de San Mateo	12,0	≤ 2,5	320 - 490	18,1	2172	2616	1800 - 2300	Locotal (1 700 m)	25
Mesotropical superior pluvial subhúmedo inferior	<i>Leucochloron bolivianum</i> - <i>Erythrina falcata</i>	Bosque semideciduo yungueño montano de los Yungas del Cotacajes	4,6	≤ 2,5	320 - 490	16,0	1920	894	2300 - 2600	Independencia (2 778 m)	25

Tabla 20. Bioclima mesotropical pluvial hiperhúmedo y mesotropical pluvial subhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatológica

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Isobioclima	Series equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Mesotropical pluvial hiperhúmedo	<i>Ocotea jelskii</i> - <i>Podocarpus oleifolius</i>	Bosque yungueño montano-inferior hiperhúmedo de los Yungas de Coroico y Altamachi-Corani	17,2 - 18,4	> 2,5	320 - 490	17,0 - 18,2	2040 - 2184	3 755	1900 - 2100 a 2800
	<i>Prumnopitys exigua</i> - <i>Podocarpus oleifolius</i>	Bosque yungueño montano-inferior pluvial de los Yungas de Vandíola-Ivirizú							
	<i>Podocarpus oleifolius</i> - <i>Weinmannia</i> <i>cochabambensis</i>	Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas del Espíritu Santo							

Tabla 21. Isobioclima mesotropical pluvial hiperhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

6.1.4.5. Piso bioclimático mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial (conformado por bosques siempre verde estacionales y por especies de bosques semicaducifolios) de este piso bioclimático, muestra la existencia de variantes bioclimáticas a nivel de ombrotipo (húmedo-subhúmedo), de horizonte termotípico (inferior-superior) y ombrotípico (inferior-superior). La primera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior y corresponde al "Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas del Boopi y Cotacajes" (serie de *Clethra cuneata*-*Weinmannia sorbifolia*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 1992$; $Io = 5.2$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 16.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 1039 mm de precipitación aproximada. La segunda variante bioclimática sucede cuando el bioclima es mesotropical inferior pluviestacional húmedo superior y corresponde al "Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas de San Mateo" (serie de *Juglans boliviana*-*Podocarpus oleifolius*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 2172$; $Io = 12.0$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 18.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 2616 mm de precipitación aproximada. La tercera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es mesotropical superior pluviestacional subhúmedo inferior y corresponde al "Bosque semidecíduo yungueño montano de los Yungas del Cotacajes" (serie de *Leucochloron bolivianum*-*Erythrina falcata*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 1920$; $Io = 4.6$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 16.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 894 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 20.

Según Navarro (2011a), el bioclima del "Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas del Boopi y Cotacajes" (*Clethra cuneata*-*Weinmannia sorbifolia*) es mesotropical pluviestacional húmedo, sin embargo, en nuestro estudio resultó mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior. Este resultado diferente a nivel de ombrotipo, posiblemente se debe a que la vegetación considerada se encuentra en una zona transicional o ecotonal, donde cambia el ombrotipo de subhúmedo superior a húmedo. Por otra parte, el bioclima mesotropical superior pluviestacional húmedo, determinado por Navarro (2011a), para el "Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas de San Mateo" (*Juglans boliviana*-*Podocarpus oleifolius*), difiere con el bioclima obtenido en nuestro estudio, que fue mesotropical inferior pluviestacional húmedo superior. A pesar de estas diferencias, consideramos que el bioclima obtenido para este tipo de bosque, es bastante similar al de Navarro (2011a), con excepción del horizonte termotípico.

Al igual que en los casos anteriores, donde los resultados de este trabajo, son diferentes en el termotipo, ombrotipo, o en el horizonte temotípico, con los resultados de Navarro (2011a), posiblemente se deban a que la vegetación considerada se encuentra en zonas transicionales o ecotonales, donde cambia el termotipo, ombrotipo, o el horizonte temotípico y ombrotípico. Sin embargo, a pesar de estas diferencias, los resultados de esta clasificación bioclimática, coinciden bastante bien con los resultados de la clasificación de la vegetación de Bolivia, realizado por Navarro (2011a).

6.1.4.5.1. Isobioclima mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo

El bioclima del “Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas de San Mateo” (*Juglans boliviana*-*Podocarpus oleifolius*), así como el bioclima del “Bosque yungueño montano pluviestacional de los yungas del Boopi y Cotacajes” (*Clethra cuneata*-*Weinmannia sorbifolia*) y el bioclima del “Bosque semidecuido yungueño montano de los Yungas del Cotacajes” (*Leucochloron bolivianum*-*Erythrina falcata*), es similar en gran parte, con excepción del ombrotipo (húmedo-subhúmedo) y del horizonte ombrotípico y temotípico (inferior-superior). Por esta razón y en base a los argumentos descritos en el **subtítulo 6.1.2.3.1.**, el bioclima de estos tres tipos de vegetación con sus series climatófilas, pueden ser agrupados en el isobioclima mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo. En la tabla 22, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

6.1.4.6. Piso bioclimático termotropical pluvial hiperhúmedo

La vegetación climática potencial (constituido por bosques siempre verdes altos y pluriestratificados) de este piso bioclimático tiene bioclima termotropical superior pluvial hiperhúmedo inferior y corresponde al “Bosque-Palmar yungueño pluvial basimontano” (serie de *Protium altsonii*-*Dictyocaryum lamarckianum*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2544$; $Io = 14.4$; $Iod2 = > 2,5$; $T = 21.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 3755 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 23.

El bioclima del “Bosque-Palmar yungueño pluvial basimontano” (*Protium altsonii*-*Dictyocaryum lamarckianum*), coincide con el bioclima obtenido por Navarro (2011a), sin embargo, el mismo autor señala que este bosque también se desarrolla en el bioclima mesotropical inferior pluvial húmedo a hiperhúmedo. En nuestro estudio no obtuvimos resultados para el termotipo mesotropical, porque los valores e índices bioclimáticos calculados fueron para la altitud promedio de la serie

climatófila, y no para el valor altitudinal inferior o superior donde se desarrolla este tipo de vegetación.

6.1.4.7. Piso bioclimático termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial (constituido por bosques siempre verdes estacionales, altos o medios) de este piso bioclimático, presenta variantes bioclimáticas a nivel de ombrotipo (húmedo-subhúmedo), y de horizonte termotípico y ombrotípico (superior-inferior). La primera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es termotropical superior pluviestacional húmedo superior y corresponde al “Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas” (serie de *Ladenbergia oblongifolia*-*Juglans boliviana*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2532$; $Io = 10.3$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 21.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 2616 mm de precipitación aproximada. La segunda variante bioclimática sucede cuando el bioclima es termotropical inferior pluviestacional subhúmedo superior y corresponde al “Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas del Cotacajes y Altamachi” (serie de *Centrolobium cf. minus*-*Juglans boliviana*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2640$; $Io = 4.8$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 1273 mm de precipitación aproximada. La tercera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es termotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior y corresponde al “Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas de Cotacajes” (serie de *Cinchona calisaya*-*Anadenanthera colubrina*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2676$; $Io = 4.7$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 22.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 1273 mm de precipitación aproximada. La cuarta variante bioclimática sucede cuando el bioclima es termotropical superior pluviestacional subhúmedo inferior y corresponde al “Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas del Ichilo” (serie de *Luehea tomentella*-*Zeyheria tuberculosa*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2508$; $Io = 3.6$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 20.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 894 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 23.

Según Navarro (2011a), el “Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas del Ichilo” (*Luehea tomentella*-*Zeyheria tuberculosa*), tiene bioclima termotropical inferior pluviestacional subhúmedo, sin embargo, el bioclima obtenido en la clasificación bioclimática resultó termotropical superior pluviestacional subhúmedo inferior (similar al bioclima determinado por Navarro, 2011a, con excepción del horizonte termotípico). A pesar de esta diferencia, el resto de los valores e índices bioclimáticos calculados para los tipos de vegetación descritos en el párrafo anterior, coinciden bastante bien, con los resultados de la

Isobioclima	Serie equivalente bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Mesotropical pluviestacional húmedo- subhúmedo	<i>Clethra cuneata</i> - <i>Weinmannia sorbifolia</i>	Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas del Boopi y Cotacajes	4,6 - 12,0	≤ 2,5	320 - 490	16,0 - 18,1	1920 - 2172	894 - 2616	1800 -1900 a 2800 - 2900
	<i>Juglans boliviana</i> - <i>Podocarpus oleifolius</i>	Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas de San Mateo							
	<i>Leucochloron bolivianum</i> - <i>Erythrina falcata</i>	Bosque semideciduo yungueño montano de los Yungas del Cotacajes							

Tabla 22. Isobioclima mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Rango de precipitación de las estaciones meteorológicas de referencia

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Termotropical superior pluvial hiperhúmedo inferior	<i>Protium altsonii</i> - <i>Dictyocaryum</i> <i>lamarckianum</i>	Bosque-Palmar yungueño pluvial basimontano	14,7	> 2,5	490 - 710	21,2	2544	3755	1200 - 1400 a 1900 - 2100	Ivirizu Sehuencas (2 020 m)	25
Termotropical superior pluviestacional húmedo superior	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> - <i>Juglans boliviana</i>	Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas	10,3	≤ 2,5	490 - 710	21,1	2532	2616	1100 - 1200 a 1900 - 2000	Locotal (1 700 m)	25
Termotropical inferior pluviestacional subhúmedo superior	<i>Centrolobium cf. minus</i> - <i>Juglans boliviana</i>	Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas del Cotacajes y Altamachi	4,8	≤ 2,5	490 - 710	22,0	2640	1273	700 - 1500	La Asunta (754 m)	25
Termotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior	<i>Cinchona calisaya</i> - <i>Anadenanthera colubrina</i>	Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas de Cotacajes	4,7	≤ 2,5	490 - 710	22,3	2676	1273	900 - 1200	La Asunta (754 m)	25
Termotropical superior pluviestacional subhúmedo inferior	<i>Luehea tomentella</i> - <i>Zeyheria tuberculosa</i>	Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas del Ichilo	3,6	≤ 2,5	490 - 710	20,9	2508	894	< 1600 - 1700	Independencia (2 778 m)	25
Mesotropical inferior xérico seco superior	<i>Samaipaticereus</i> <i>inquisivensis</i> - <i>Schinopsis</i> <i>haenkeana</i>	Bosque yungueño xérico basimontano superior de los Yungas del Cotacajes	3,6	-	320 - 490	18,3	2196	800	1800 - 2200	Cajetillas (900 m)	25
Termotropical superior xérico seco superior	<i>Cleistocactus laniceps</i> - <i>Schinopsis haenkeana</i>	Bosque yungueño xérico basimontano inferior de los Yungas del Cotacajes	3,2	-	490 - 710	20,7	2484	800	1100 a 1900 - 2100	Cajetillas (900 m)	25

Tabla 23. Bioclima termotropical pluvial hiperhúmedo, termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo y termotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatológica

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Isobioclima	Serie equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Termotropical pluviestacional húmedo- subhúmedo	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> - <i>Juglans boliviana</i>	Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas	3,6 - 10,3	≤ 2,5	490 - 710	20,9 - 22,3	2508 - 2676	894 - 2616	700 - 2000
	<i>Centrolobium cf. minus</i> - <i>Juglans boliviana</i>	Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas del Cotacajes y Altamachi							
	<i>Cinchona calisaya</i> - <i>Anadenanthera colubrina</i>	Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas de Cotacajes							
	<i>Luehea tomentella</i> - <i>Zeyheria tuberculosa</i>	Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas del Ichilo							

Tabla 24. Isobioclima termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Rango de precipitación de las estaciones meteorológicas de referencia

"Clasificación de la vegetación de Bolivia", obtenidos por Navarro (2011a).

6.1.4.7.1. Isobioclima termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo

Los resultados descritos en el subtítulo anterior muestran que tanto el bioclima del "Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas" (*Ladenbergia oblongifolia-Juglans boliviana*), como el bioclima del "Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas del Cotacajes y Altamachi" (*Centrolobium cf. minus-Juglans boliviana*), incluyendo el bioclima del "Bosque semidecíduo basimontano inferior de los Yungas de Cotacajes" (*Cinchona calisaya-Anadenanthera colubrina*) y el bioclima del "Bosque semidecíduo basimontano inferior de los Yungas del Ichilo" (*Luehea tomentella-Zeyheria tuberculosa*), son similares en el termotipo (termotropical) y también son pluviestacionales, con excepción del ombrotipo que varía entre húmedo-subhúmedo y el horizonte termotípico y ombrotípico que varía entre inferior-superior. Sin embargo, debido a que sus bioclimas muestran una semejanza aceptable, y en base a los argumentos descritos en el **subtítulo 6.1.2.3.1.**, el bioclima de estos tipos de vegetación con sus series climatófilas, pueden ser agrupadas en el isobioclima termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo. En la tabla 24, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

6.1.4.8. Piso bioclimático termotropical xérico seco

La vegetación climácica potencial (constituida por bosques caducifolios xerofítico-espinosos y diversas cactáceas) de este piso bioclimático muestra el bioclima termotropical superior xérico seco superior y corresponde al "Bosque yungueño xérico basimontano inferior de los Yungas del Cotacajes" (serie de *Cleistocactus laniceps-Schinopsis haenkeana*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2484$; $Io = 3.2$; $T = 20.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 800 mm de precipitación aproximada.

Según Navarro (2011a), en este piso bioclimático también se desarrolla el "Bosque Yungueño xérico basimontano superior de los Yungas del Cotacajes" (serie de *Samaipaticereus inquisivensis-Schinopsis haenkeana*), con bioclima termotropical superior xérico seco. Sin embargo, el resultado de la clasificación bioclimática para este tipo bosque resultó mesotropical inferior xérico seco superior, con los siguientes valores climáticos e índices bioclimáticos: $It = 320-490$; $Tp = 2196$; $Io = 3.6$; $T = 18.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 800 mm de precipitación aproximada.

Antes de exponer estos resultados se revisaron los datos meteorológicos de las estaciones circundantes (Cajetiillas, Chorocona, Independencia, La Asunta) al "Bosque Yungueño xérico basimontano superior de los

Yungas del Cotacajes" (*Samaipaticereus inquisivensis*-*Schinopsis haenkeana*) y en todos los casos el termotipo resultó mesotropical inferior. Esta diferencia a nivel del termotipo, posiblemente se debe a que la vegetación considerada se encuentra en una zona transicional o ecotonal, donde el termotipo cambia, de termotropical superior a mesotropical inferior. Otra posible explicación, es la falta de estaciones meteorológicas representativas de la serie climatofila considerada, por esta razón, la interpretación de los datos meteorológicos de la estación de Cajetiillas, ubicada en la provincia política Sud Yungas del Departamento de La Paz, sirvieron de base para determinar el bioclima mesotropical inferior xérico seco superior. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática, se encuentra en la tabla 23.

6.1.5. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA BOLIVIANO-TUCUMANA

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviana-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba, señala la existencia de los siguientes termotipos: termotropical, mesotropical y supratropical. El bioclima es pluviestacional y xérico, y el ombrotipo varía entre subhúmedo, seco o semiárido (Figuras 10, 11, 12 y 13).

6.1.5.1. Piso bioclimático supratropical pluviestacional subhúmedo

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial (constituida por bosques siempre verde estacionales y por especies arbóreas del género *Polylepis*) de este piso bioclimático, muestra que tanto el "Khewiñar Boliviano-Tucumano transicional a puneño" (serie de *Berberis rariflora*-*Polylepis tomentella*), como el "Khewiñar Boliviano-Tucumano septentrional" (serie de *Berberis chrysacantha*-*Polylepis neglecta*) tienen bioclima supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior, los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 160-320$; $Tp = 1584$; $Io = 4.4$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 13.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 691 mm de precipitación aproximada, e $It = 160-320$; $Tp = 1620$; $Io = 4.3$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 13.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 691 mm de precipitación aproximada, respectivamente. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 25.

6.1.5.1.1. Isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo

Los resultados descritos en el párrafo anterior muestran que el "Khewiñar Boliviano-Tucumano transicional a puneño" (*Berberis rariflora*-*Polylepis tomentella*) y el "Khewiñar Boliviano-Tucumano septentrional" (*Berberis chrysacantha*-*Polylepis neglecta*), tienen el mismo bioclima. Por esta razón, el bioclima de estos tipos de vegetación, con sus series

climatófilas, pueden ser agrupados en el isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo. En la tabla 26, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

6.1.5.2. Piso bioclimático mesotropical pluviestacional subhúmedo

La vegetación climática potencial (constituida por bosques siempre verdes estacionales con dosel de 10-15 m y subdosel de 5-8 m de altura), de este piso bioclimático presenta variantes bioclimáticas a nivel de horizonte termotípico y ombrotípico (inferior-superior). La primera variante bioclimática sucede cuando el bioclima es mesotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior y corresponde al "Pinar montano Boliviano-Tucumano de Pino del Cerro" (serie de *Prunus tucumanensis*-*Podocarpus parlatorei*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 2136$; $Io = 3.9$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 17.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 834 mm de precipitación aproximada. La segunda variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior y corresponde al "Pinar altimontano Boliviano-Tucumano septentrional" (serie de *Escallonia myrtilloides*-*Podocarpus parlatorei*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 1704$; $Io = 4.9$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 14.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 834 mm de precipitación aproximada. La tercera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior y corresponde al "Sahuintal húmedo montano Boliviano-Tucumano" (serie de *Myrcianthes callicoma*-*Myrcianthes pseudomato*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 1992$; $Io = 4.2$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 16.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 834 mm de precipitación aproximada. La cuarta variante bioclimática sucede cuando el bioclima es mesotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior y corresponde al "Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de ceibo con naranjillo" (serie de *Aspidosperma resonans*-*Erythrina falcata*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 320-490$; $Tp = 2064$; $Io = 4.0$; $Iod2 = \leq 2,5$; $T = 17.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 834 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 27.

Los resultados señalados en el párrafo anterior para el bioclima del "Pinar montano Boliviano-Tucumano de Pino del Cerro" (*Prunus tucumanensis*-*Podocarpus parlatorei*) y el bioclima del "Pinar altimontano Boliviano-Tucumano septentrional" (*Escallonia myrtilloides*-*Podocarpus parlatorei*), coinciden con el bioclima obtenido por Navarro (2011a), sin embargo, el mismo autor señala que este tipo de vegetación, también se encuentra en el bioclima supratropical inferior pluviestacional subhúmedo superior a húmedo inferior. En nuestro estudio no obtuvimos resultados para el termotipo supratropical inferior, porque los valores e índices bioclimáticos calculados fueron para la

altitud promedio de las series climatófilas y no para el valor altitudinal inferior o superior, donde se desarrolla este tipo de vegetación.

6.1.5.2.1. Isobioclima mesotropical pluviestacional subhúmedo

Los resultados descritos en el párrafo anterior señalan que el bioclima del “Pinar montano Boliviano-Tucumano de Pino del Cerro” (*Prunus tucumanensis-Podocarpus parlatorei*), el bioclima del “Pinar altimontano Boliviano-Tucumano septentrional” (*Escallonia myrtilloides-Podocarpus parlatorei*), el bioclima del “Sahuintal húmedo montano Boliviano-Tucumano” (*Myrcianthes callicoma-Myrcianthes pseudomato*) y el bioclima del “Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de ceibo con naranjillo” (*Aspidosperma resonans-Erythrina falcata*), son similares en gran parte, con excepción de las variantes a nivel de horizonte termotípico y ombrotípico (inferior-superior). Por esta razón y de acuerdo a los argumentos descritos en el **subtítulo 6.1.2.3.1.**, el bioclima de estos tipos de vegetación pueden agruparse en el isobioclima mesotropical pluviestacional subhúmedo. En la tabla 28, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

6.1.5.3. Piso bioclimático mesotropical xérico seco

La vegetación climácica potencial (constituida por bosques semicaducifolios de 12-16 m altura y bosques bajos con arbustales caducifolios de 4-7 m de altura) de este piso bioclimático, muestra variantes bioclimáticas a nivel de horizonte termotípico (inferior-superior). La primera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es mesotropical inferior xérico seco inferior y corresponde al “Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de Tipa con Jacarandá” (serie de *Jacaranda mimosifolia-Tipuana tipu*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 442$; $Tp = 2116$; $Io = 2.8$; $Iod2 = 0.14$; $T = 17.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 585 mm de precipitación aproximada. La segunda variante bioclimática sucede cuando el bioclima es mesotropical superior xérico seco inferior y corresponde al “Bosque prepuneño superior seco de la Cuenca del Río Grande” (serie de *Escallonia millegrana-Kageneckia lanceolata*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 442$; $Tp = 2073$; $Io = 2.2$; $Iod2 = 0.14$; $T = 17.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 451 mm de precipitación aproximada. La tercera variante ocurre cuando el bioclima es mesotropical inferior xérico seco inferior y corresponde al “Bosque prepuneño inferior semiárido de la cuenca del Río Grande” (serie de *Vasconcellea quercifolia-Schinopsis haenkeana*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 442$; $Tp = 2073$; $Io = 2.2$; $Iod2 = 0.14$; $T = 17.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 451 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 27.

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior	<i>Berberis rariflora</i> - <i>Polylepis tomentella</i>	Khewiñar Boliviano- Tucumano transicional a puneño	4,4	≤ 2,5	160 - 320	13,2	1584	691	2800 - 3900	Totora (2 908 m)	25
Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior	<i>Berberis chrysacantha</i> - <i>Polylepis neglecta</i>	Khewiñar Boliviano- Tucumano septentrional	4,3	≤ 2,5	160 - 320	13,5	1620	691	2900 - 3000 a 3600 - 3700	Totora (2 908 m)	25

Tabla 25. Bioclima supratropical pluviestacional subhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatófila

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Isobioclima	Series equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Supratropical pluviestacional subhúmedo	<i>Berberis rariflora</i> - <i>Polylepis tomentella</i>	Khewiñar Boliviano- Tucumano transicional a puneño	4,3 - 4,4	≤ 2,5	160 - 320	13,2 - 13,5	1584 - 1620	691	2800 - 2900 a
	<i>Berberis chrysacantha</i> - <i>Polylepis neglecta</i>	Khewiñar Boliviano- Tucumano septentrional							3600 - 3700

Tabla 26. Isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo, correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Valor de precipitación de la estación meteorológica de referencia

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	It	*T (°C)	*Tp	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Mesotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior	<i>Prunus tucumanensis</i> - <i>Podocarpus parlatorei</i>	Pinar montano Boliviano- Tucumano de Pino del Cerro	3,9	≤ 2,5	320 - 490	17,8	2136	834	1900 - 2500	Pocona (2650 m)	25
Mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior	<i>Escallonia myrtilloides</i> - <i>Podocarpus parlatorei</i>	Pinar altimontano Boliviano- Tucumano septentrional	4,9	≤ 2,5	320 - 490	14,2	1704	834	2500 - 3100	Pocona (2650 m)	25
Mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior	<i>Myrcianthes callicoma</i> - <i>Myrcianthes pseudomato</i>	Sahuintal húmedo montano Boliviano-Tucumano	4,2	≤ 2,5	320 - 490	16,6	1992	834	1900 - 2900	Pocona (2650 m)	25
Mesotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior	<i>Aspidosperma resonans</i> - <i>Erythrina falcata</i>	Bosque montano semideciduo Boliviano- Tucumano de Ceibo con Naranjillo	4,0	≤ 2,5	320 - 490	17,2	2064	834	2 000 - 2600	Pocona (2650 m)	25
Mesotropical inferior xérico seco inferior	<i>Jacaranda mimosifolia</i> - <i>Tipuana tipu</i>	Bosque montano semideciduo Boliviano- Tucumano de Tipa con Jacarandá	2,8	0,14	442	17,6	2116	585	1800 - 2100 a 2600 - 2800	Capinota (2 380 m)	25
Mesotropical superior xérico seco inferior	<i>Escallonia millegrana</i> - <i>Kageneckia lanceolata</i>	Bosque prepuneño superior seco de la Cuenca del Río Grande	2,2	0,14	442	17,3	2073	451	2200 - 2800	Cochabamba (2 570 m)	25
Mesotropical inferior xérico seco inferior	<i>Vasconcellea quercifolia</i> - <i>Schinopsis haenkeana</i>	Bosque prepuneño inferior semiárido de la Cuenca del Río Grande	2,2	0,14	442	17,3	2073	451	2200 - 2900	Cochabamba (2 570 m)	25

Tabla 27. Bioclima mesotropical pluviestacional subhúmedo y mesotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatofila

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Isobioclima	Serie equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Mesotropical pluviestacional subhúmedo	<i>Prunus tucumanensis</i> - <i>Podocarpus parlatorei</i>	Pinar montano Boliviano- Tucumano de Pino del Cerro	3,9 - 4,9	≤ 2,5	320 - 490	14,2 - 17,8	1704 - 2136	834	1900 - 3100
	<i>Escallonia myrtilloides</i> - <i>Podocarpus parlatorei</i>	Pinar altimontano Boliviano- Tucumano septentrional							
	<i>Myrcianthes callicoma</i> - <i>Myrcianthes pseudomato</i>	Sahuintal húmedo montano Boliviano-Tucumano							
	<i>Aspidosperma resonans</i> - <i>Erythrina falcata</i>	Bosque montano semideciduo Boliviano- Tucumano de Ceibo con Naranjillo							

Tabla 28. Isobioclima mesotropical pluviestacional subhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

La clasificación bioclimática del “Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de Tipa con Jacarandá” (*Jacaranda mimosifolia-Tipuana tipu*) con bioclima mesotropical inferior xérico seco inferior, coincide con el bioclima obtenido por Navarro (2011a), en la clasificación de la vegetación de Bolivia, sin embargo, el mismo autor señala que este tipo de vegetación también se desarrolla en el bioclima mesotropical pluviestacional subhúmedo inferior, en nuestro estudio no obtuvimos resultados para este bioclima, porque los valores e índices bioclimáticos calculados fueron para la altitud promedio de la serie climatofila y no para el límite altitudinal inferior o superior donde se desarrolla este tipo de vegetación.

6.1.5.3.1. Isobioclima mesotropical xérico seco

Los resultados descritos en el párrafo anterior muestran que tanto el bioclima del “Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de Tipa con Jacarandá” (*Jacaranda mimosifolia-Tipuana tipu*), como el bioclima del “Bosque prepuneño superior seco de la Cuenca del Río Grande” (*Escallonia millegrana- Kagineckia lanceolata*) y el bioclima del “Bosque prepuneño inferior semiárido de la cuenca del Río Grande” (*Vasconcellea quercifolia-Schinopsis haenkeana*), son similares en gran parte y solo varían en el horizonte termotípico (inferior-superior). Por esta razón y en base a los argumentos descritos en el **subtítulo 6.1.2.3.1.**, el bioclima de estos tipos de vegetación pueden agruparse en el isobioclima mesotropical xérico seco. En la tabla 29, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

6.1.5.4. Piso bioclimático termotropical xérico seco-semiárido

La clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial (constituida por bosques secos caducifolios y espinosos de baja a mediana altura, xeromórficos, con especies microfoliadas, y varias cactáceas) muestra variantes bioclimáticas a nivel de ombrotipo (seco-semiárido) y en el horizonte termotípico y ombrotípico (inferior-superior). La primera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es termotropical superior xérico seco inferior y corresponde al “Bosque seco interandino de Mara valluna y Soto” (serie de *Cardenasiodendron brachypterum-Schinopsis haenkeana*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2364$; $Io = 2.4$; $T = 19.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 563 mm de precipitación aproximada. La segunda variante bioclimática sucede cuando el bioclima es termotropical superior xérico seco inferior y corresponde al “Bosque seco interandino del Soto del Río Caine” (serie de *Senna crassiramea-Schinopsis haenkeana*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2436$; $Io = 2.3$; $T = 20.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 563 mm de precipitación aproximada. La tercera

Isobioclima	Series equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Mesotropical xérico seco	<i>Jacaranda mimosifolia</i> - <i>Tipuana tipu</i>	Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de Tipa con Jacarandá	2,2 - 2,8	0,14	442	17,3 - 17,6	2073 - 2116	451 - 585	1800 - 2100 a 2800 - 2900
	<i>Escallonia millegrena</i> - <i>Kageneckia lanceolata</i>	Bosque prepuneño superior seco de la Cuenca del Río Grande							
	<i>Vasconcellea quercifolia</i> - <i>Schinopsis haenkeana</i>	Bosque prepuneño inferior semiárido de la Cuenca del Río Grande							

Tabla 29. Isobioclima mesotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Rango de precipitación de las estaciones meteorológicas de referencia

variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es termotropical inferior xérico seco inferior y corresponde al "Bosque semiárido interandino de Caraparí y Soto" (serie de *Neocardenasia herzogiana-Schinopsis haenkeana*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $I_t = 490-710$; $T_p = 2688$; $I_o = 2.1$; $T = 22.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 563 mm de precipitación aproximada. La cuarta variante bioclimática sucede cuando el bioclima es termotropical inferior xérico semiárido superior y corresponde al "Bosque semiárido interandino de Cola de Zorro y Sotomara" (serie de *Espostoa guentheri-Loxopterygium grisebachii*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $I_t = 684$; $T_p = 3022$; $I_o = 1.6$; $I_{od2} = 0.09$; $T = 25.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 480 mm de precipitación aproximada. Información numérica de los datos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática se encuentra en la tabla 30.

La clasificación bioclimática del "Bosque seco interandino de Mara valluna y Soto" (*Cardenasiodendron brachypterum-Schinopsis haenkeana*) con bioclima termotropical superior xérico seco inferior, coincide con el bioclima obtenido por Navarro (2011a), sin embargo, el mismo autor indica que este tipo de bosque, también existe en el bioclima mesotropical inferior xérico seco-semiárido. En nuestro estudio no obtuvimos resultados para el termotipo mesotropical inferior, porque los valores e índices bioclimáticos calculados fueron para la altitud promedio de la serie climatófila, y no para el valor altitudinal inferior o superior, donde se desarrolla este tipo de vegetación.

6.1.5.4.1. Isobioclima termotropical xérico seco-semiárido

Los resultados descritos en el párrafo anterior señalan que tanto el bioclima del "Bosque seco interandino de Mara valluna y Soto" (*Cardenasiodendron brachypterum-Schinopsis haenkeana*), como el bioclima del "Bosque seco interandino del Soto del Río Caine" (*Senna crassiramea-Schinopsis haenkeana*), incluyendo el bioclima del "Bosque semiárido interandino de Caraparí y Soto" (*Neocardenasia herzogiana-Schinopsis haenkeana*), y el bioclima del "Bosque semiárido interandino de Cola de Zorro y Sotomara" (*Espostoa guentheri-Loxopterygium grisebachii*), es similar en gran parte, con excepción del ombrotipo seco-semiárido y del horizonte termotípico y ombrotípico (inferior-superior). Por esta razón y de acuerdo a los argumentos descritos en el **subtítulo 6.1.2.3.1.**, el bioclima de estas series climatófilas pueden ser agrupadas en el isobioclima termotropical xérico seco-semiárido. En la tabla 31, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado.

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Termotropical superior xérico seco inferior	<i>Cardenasiodendron brachypterum-Schinopsis haenkeana</i>	Bosque seco interandino de Mara Valluna y Soto	2,4	-	490 - 710	19,7	2364	563	1900 - 2300	Aiquile (2 250 m)	25
Termotropical superior xérico seco inferior	<i>Senna crassiramea- Schinopsis haenkeana</i>	Bosque seco interandino de Soto del Rio Caine	2,3	-	490 - 710	20,3	2436	563	1800 - 2200	Aiquile (2 250 m)	25
Termotropical inferior xérico seco inferior	<i>Neocardenasia herzogiana- Schinopsis haenkeana</i>	Bosque semiárido interandino de Caraparí y Soto	2,1	-	490 - 710	22,4	2688	563	1400- 1900	Aiquile (2 250 m)	25
Termotropical inferior xérico semiárido superior	<i>Espostoa guentheri- Loxopterygium grisebachii</i>	Bosque semiárido interandino de Cola de Zorro y Sotomara	1,6	0,09	684	25,2	3022	480	< a 1400	Puente Arce (1 490 m)	25

Tabla 30. Bioclima termotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatófila

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Resultados y Discusión

Isobioclima	Serie equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Termotropical xérico seco- semiárido	<i>Cardenasiodendron brachypterum-Schinopsis haenkeana</i>	Bosque seco interandino de Mara Valluna y Soto	1,6 - 2,4	-	490 - 710	19,7 - 25,2	2364 - 3022	480 - 563	< 1400 - 2300
	<i>Senna crassiramea- Schinopsis haenkeana</i>	Bosque seco interandino de Soto del Rio Caine							
	<i>Neocardenasia herzogiana- Schinopsis haenkeana</i>	Bosque semiárido interandino de Caraparí y Soto							
	<i>Espositoa guentheri- Loxopterygium grisebachii</i>	Bosque semiárido interandino de Cola de Zorro y Sotomara							

Tabla 31. Isobioclima termotropical xérico seco-semiárido correspondiente a la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Rango de precipitación de las estaciones meteorológicas de referencia

6.2. REGIÓN AMAZÓNICA

En el Departamento de Cochabamba la Región Amazónica, está representada por la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental.

6.2.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA AMAZÓNICA SUROCCIDENTAL (ACRE MADRE DE DIOS)

La vegetación de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba, está constituida tanto por vegetación climácica no inundable, como por vegetación climácica edafohigrófila inundable, con termotipo termotropical, bioclima pluvial a pluviestacional, y ombrotipo hiperhúmedo a húmedo (Figuras 10, 11, 12 y 13).

6.2.1.1. Piso bioclimático termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo (no inundable)

La vegetación climácica potencial amazónica no inundable, constituida por bosques densos, altos, pluriestratificados con pocas lianas y epífitos, presenta variantes bioclimáticas a nivel de ombrotipo (hiperhúmedo a húmedo) y a nivel de ombrotípico (inferior-superior). La primera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es termotropical inferior pluvial húmedo inferior y corresponde al "Bosque amazónico pluviestacional del subandino central" (serie de *Caryocar dentatum*-*Diploon cuspidatum*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2\,712$; $Io = 7.5$; $Iod2 = > 2.5$; $T = 22.6\text{ °C}$, y $2\,039\text{ mm}$ de precipitación aproximada. La segunda variante bioclimática sucede cuando el bioclima es termotropical inferior pluvial (higrofítico) húmedo superior y corresponde al bosque amazónico del glacis preandino central (serie de *Eschweilera coriacea*-*Dypterix odorata*), los valores e índices bioclimáticos calculados son: $It = 682$; $Tp = 2\,974$; $Io = 10.5$; $Iod2 = 3.7$; $T = 24.8\text{ °C}$ y $3\,131\text{ mm}$ de precipitación aproximada. La tercera variante bioclimática ocurre cuando el bioclima es termotropical inferior pluvial hiperhúmedo superior y corresponde al bosque amazónico pluvial subandino del Chapare (serie de *Elaeagia obovata*-*Talauma boliviiana*), los valores e índices bioclimáticos calculados son: $It = 490-710$; $Tp = 2\,604$; $Io = 18.8$; $Iod2 = \geq 2.5$; $T = 21.7\text{ °C}$ y $4\,887\text{ mm}$ de precipitación aproximada. Información numérica de los valores climáticos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática, se encuentra en la tabla 32.

6.2.1.1.1. Isobioclima termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo (no inundable)

Los resultados descritos en el párrafo anterior muestran que tanto el bioclima del "Bosque amazónico pluvial del subandino central" (*Caryocar dentatum-Diplooa cuspidatum*), como el bioclima del "Bosque amazónico del glacis preandino central" (*Eschweilera coriacea-Dypterix odorata*), y el bioclima del "Bosque amazónico pluvial subandino del Chapare" (*Elaeagia obovata-Talauma boliviana*), son similares en el termotipo (termotropical) y también son pluviales, con excepción del ombrotipo que varía de hiperhúmedo a húmedo, y del horizonte ombrotípico que varía de inferior a superior. Por esta razón y de acuerdo a los argumentos descritos en el **subtítulo 6.1.2.3.1.**, los bioclimas de estos tipos de vegetación climática amazónica no inundable, pueden ser agrupados en el isobioclima termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo. En la tabla 33, se presenta los rangos de los valores e índices bioclimáticos para el isobioclima determinado: It = 490 - 710; Tp = 2568 - 2974; Io = 7.6 - 19.0; Iod2 = > 2.7 - 3.7; T = 21.4 - 24.8 °C; P = 2039 - 4887 mm de precipitación aproximada.

Otro argumento a favor para agrupar los bioclimas de este tipo de vegetación en un isobioclima, es que las variables geofísicas y las biocenosis del ecosistema constituido por los bosques pluviales del piso bioclimático termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo no inundable, de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizado para el Departamento Cochabamba, es muy similar en todas las series, incluyendo las comunidades animales y buena parte de la flora (Navarro, 2002, 2011a).

6.2.1.2. Piso bioclimático termotropical pluvial húmedo (inundable)

La clasificación bioclimática de la vegetación amazónica edafohigrófila inundable, muestra que el bioclima es termotropical inferior pluvial (mesofítico) húmedo inferior y corresponde tanto al "Bosque maduro de Várzea del piedemonte andino central" (serie de *Xylopia ligustriifolia-Hura crepitans*), como al "Bosque inmaduro de Várzea del piedemonte andino central" (serie de *Inga nobilis-Hura crepitans*), los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados son: It = 707; Tp = 3063; Io = 6.3; Iod2 = 1.5; T = 25.5 °C y 1 914 mm de precipitación aproximada. Según Navarro (2011a), este tipo de vegetación son tanto pluviales hiperhúmedas (en el piedemonte andino) como pluviales húmedas (en la llanura de inundación beniana), y dependen de la inundación y no del bioclima. Debido a que se trata de vegetación riparia (azonal), que depende de la inundación que ocurre durante el año, y no del clima, entonces, no

Resultados y Discusión

Bioclima	Serie de vegetación (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Termotropical superior pluvial hiperhúmedo superior	<i>Elaeagia obovata</i> - <i>Talauma boliviana</i>	Bosque amazónico pluvial subandino del Chapare	19,0	> 2,5	490 -710	21,4	2568	4887	300 a 1100 -1300	La Jota (254 m)	25 años
Termotropical inferior pluvial húmedo inferior	<i>Caryocar dentatum</i> - <i>Diploon cuspidatum</i>	Bosque amazónico pluvial estacional del subandino central	7,6	> 2,5	490 -710	22,5	2700	2039	300 a 900 - 1000	San Borja (194 m)	25 años
Termotropical inferior pluvial (higrofitico) húmedo superior	<i>Eschweilera coriacea</i> - <i>Dypterix odorata</i>	Bosque amazónico del glacis preandino central	10,5	*3,7	*682	24,8	2974	3131	300	Todos Santos (220 m)	25 años

Tabla 32. Bioclima termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial no inundable de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el óptimo altitudinal de la cabeza de serie climatofila

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

Isobioclima	Series equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	*I _{od2}	I _t	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Rango altitudinal (m)
Termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo	<i>Elaeagia obovata</i> - <i>Talauma boliviana</i>	Bosque amazónico pluvial subandino del Chapare	7,6 - 19,0	> 2,5 - 3,7	490 -710	21,4 - 24,8	2568 - 2974	2039 - 4887	300 a 1100-1300
	<i>Caryocar dentatum</i> - <i>Diploon cuspidatum</i>	Bosque amazónico pluvial estacional del subandino central							
	<i>Eschweilera coriacea</i> - <i>Dypterix odorata</i>	Bosque amazónico del glacis preandino central							

Tabla 33. Isobioclima termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo correspondiente a la vegetación climática potencial no inundable de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Rango de valores e índices bioclimáticos del isobioclima

** Rango de precipitación de las estaciones meteorológicas de referencia

Bioclima	Series edafohigrófilas (según Navarro, 2011)	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	*I _o	I _{od2} *	I _t *	*T (°C)	*T _p	**P (mm)	Altitud (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo- pluviométrica
Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior	<i>Xylopia ligustriifolia</i> - <i>Hura crepitans</i>	Bosque maduro de Varzea del piedemonte andino central	6,3	1,5	707	25,5	3063	1914	255	Trinidad (155 m)	25 años
	<i>Inga nobilis</i> - <i>Hura crepitans</i>	Bosque inmaduro de Varzea del piedemonte andino central	6,3	1,5	707	25,5	3063	1914	255	Trinidad (155 m)	25 años

Tabla 34. Bioclima termotropical pluviestacional húmedo correspondiente a la vegetación edafohigrófila inundable de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para el isobioclima

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

corresponde agrupar a este tipo de vegetación en un isobioclima. Información numérica de los valores climáticos e índices bioclimáticos utilizados en la clasificación bioclimática, se encuentra en la tabla 34.

6.3. REGIÓN BRASILEÑO-PARANAENSE

En el Departamento de Cochabamba la Región Brasileño-Paranaense, está representada por la Provincia Biogeográfica Beniana.

6.3.1. PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA BENIANA

A continuación se expondrán los resultados de la clasificación bioclimática de la vegetación climática potencial de la Provincia Biogeográfica Beniana, particularizada para el Departamento de Cochabamba, la cual está constituida en su totalidad por vegetación edafohigrófila inundable, con bioclima termotropical pluviestacional húmedo (Figuras 10, 11, 12 y 13).

6.3.1.1. Piso bioclimático termotropical pluviestacional húmedo (inundable)

La clasificación bioclimática de la vegetación climática edafohigrófila inundable (constituida por sabanas arboladas inundables y por especies arbóreas de bajo tamaño) muestra que el bioclima es termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior (Tabla 35), y corresponde a las sabanas arboladas denominadas "Pampa de Cosorió" (serie de *Machaerium aristulatum*-*Erythrina fusca*) y "Pampa de Guayumequi y Cupesí" (serie de *Bergeronia sericea*-*Albizia inundata*), como a los bosques de galería conformados por microfanerófitos (8-10 m), donde se desarrolla el "Bosque de arroyo de Manguillo y Asotocosi" (serie de *Croton sampatik*-*Albizia inundata*) y el "Bosque de arroyo de Maní y Cosorió" (serie de *Phitecellobium corymbosum*-*Erythrina fusca*). En este piso bioclimático también existen los bosques de Várzea de los llanos del Beni, con inundación estacional por aguas blancas, donde se desarrolla tanto el "Bosque de Várzea de semialtura, de Isiri o Urupí y Ochoó" (serie de *Clarisia racemosa*-*Hura crepitans*), como el "Bosque de Várzea de bajío, de Piraquina y Ochoó" (serie de *Xylopia ligustrifolia*-*Hura crepitans*) y el "Bosque de Várzea inmadura de Pacay y Ochoó" (serie de *Inga nobilis*-*Hura crepitans*). Además, también existen los bosques de aguas estancadas y de pantanos, con suelos que presentan microrelieve gilgai constituidos tanto por "Bosques de aguas estancadas de Aceite y Guayabochi" (serie de *Copaifera reticulata*-*Calycophyllum spruceanum*), como por "Bosques de aguas estancadas de Verdolago Blanco y Guayabochi" (serie de *Calycophyllum spruceanum*-*Terminalia amazonia*), y por el "Bosque de Pantano de Bibosi y Cosorió" (serie de *Ficus trigona*-*Erythrina fusca*).

Por otra parte, el bioclima termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior, también incluye las comunidades de "Sabanas herbáceas eutróficas inundables" constituidas principalmente por especies de gramíneas de gran tamaño ("cañuelas"), principalmente *Paspalum fasciculatum*. Otro tipo de vegetación que comparte este bioclima, corresponde al conjunto de comunidades herbáceas de los "Pantanos del Beni" (por ejemplo, los extensos junquillares de *Cyperus giganteus*), los "Bosques higrofiticos de llanura aluvial" (mesofítico-freatofíticos, con vegetación que agrupa diferentes grados de madurez y sometidos a diferentes niveles de inundación), y la "Vegetación riparia del Beni", en los arroyos de la red secundaria, donde son frecuentes especies como *Albizia inundata* y *Alchornea schomburgkii*, los valores climáticos e índices bioclimáticos calculados para el conjunto de la vegetación de la Provincia Biogeográfica del Beni, particularizada para el departamento de Cochabamba son: $It = 707$; $Tp = 3063$; $Io = 6.3$; $Iod2 = 1.5$; $T = 25.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $1\,914\text{ mm}$ de precipitación aproximada.

Es importante señalar que en la Provincia Biogeográfica Beniana sucede el siguiente escenario bioclimático: existe un gradiente de humedad que cambia desde el bioclima pluviestacional húmedo, presente en todo el Departamento del Beni, incluido el noreste del Departamento de Cochabamba, al bioclima pluvial húmedo que comienza aproximadamente en la localidad de Puerto Villarroel (provincia política Chapare), y termina con el bioclima pluvial hiperhúmedo en las serranías del subandino (Villa Tunari). Este incremento de la precipitación, se debe al efecto orográfico de la cordillera del subandino, que constituye una barrera física para las masas de vapor de agua, las cuales al ganar en altitud se condensan y dejar caer su contenido hídrico (Navarro, 2002, 2011a). Expresado de otra manera, el límite aproximado donde ocurre la transición del bioclima pluviestacional húmedo, al bioclima pluvial húmedo, es en la localidad de Puerto Villarroel (provincia política Carrasco).

Finalmente, también es necesario señalar que en la clasificación bioclimática de la vegetación climática edafohigrófila de la Provincia Biogeográfica Beniana, incluyendo las "Sabanas herbáceas eutróficas inundables", los "Pantanos del Beni", los "Bosques higrofiticos de llanura aluvial" y la "Vegetación riparia del Beni", la interpretación de los datos meteorológicos de Trinidad (Departamento del Beni) sirvieron de base para determinar el bioclima termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior.

Resultados y Discusión

Isobioclima	Serie edafohigrófilas (según Navarro, 2011) equivalentes bioclimáticamente	Tipo de bosque (según Navarro, 2011)	lo*	lod2*	lt	T* (°C)	Tp*	P** (mm)	Rango altitudinal (m)	Estación meteorológica de referencia	Años de observación termo-pluviométrica
Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior	<i>Machaerium aristulatum-Erythrina fusca</i>	Pampa de Cosorío (sabanas arboladas)	6,3	1,5	707	25,5	3063	1914	220	Trinidad (155 m)	25
	<i>Bergeronia sericea-Albizia inundata</i>	Pampa de Guayumequi y Cupesí o Asotocosi (sabanas arboladas)									
	<i>Croton sampatik-Albizia inundata</i>	Bosques de arroyos de Manguillo y Asotocosi									
	<i>Phitecellobium corymbosum-Erythrina fusca</i>	Bosques de Arroyos de Maní y Cosorío									
	<i>Clarisia racemosa-Hura crepitans</i>	Bosque Várzea de semialtura, de Isiri o Urupí y Ochoó									
	<i>Xylopia ligustrifolia-Hura crepitans</i>	Bosque de Várzea de bajo, de Piraquina y Ochoó									
	<i>Inga nobilis-Hura crepitans</i>	Bosque de Várzea inmaduro de Pacay y Ochoó									
	<i>Copaifera reticulata-Calycophyllum spruceanum</i>	Bosque de aguas estancadas de Aceite y Guayabochi									
	<i>Calycophyllum spruceanum - Terminalia amazonia</i>	Bosque de aguas estancadas de Verdolago Blanco y Guayabochi									
	<i>Ficus trigona-Erythrina fusca</i>	Bosque de pantano de Bibosi y Cosorío									
	Varias comunidades vegetales inundables	Sabanas herbáceas eutróficas, pantanos herbáceos, bosques higrofiticos y vegetación ripária									

Tabla 35. Isobioclima termotropical pluviestacional húmedo correspondiente a la vegetación edafohigrófila y sabanas eutróficas inundables de la Provincia Biogeográfica Beniana, individualizada para el Departamento de Cochabamba

* Valores e índices bioclimáticos calculados para las series edafohigrófilas

** Precipitación de la estación meteorológica de referencia

6.4. Resumen de los isobioclimas propuestos para el Departamento de Cochabamba

Tropical pluvial	Seco-semiárido	Seco	Subhúmedo	Húmedo	Húmedo-subhúmedo	Húmedo-hiperhúmedo	Hiperhúmedo
Mesotropical	-	-	-	-	-	-	X
Termotropical	-	-	-	-	-	X	-
Pluviesacional							
Supratropical	-	-	X X	X	-	-	-
Mesotropical	-	-	X	-	X	-	-
Termotropical	-	-	-	-	X	-	-
Xérico	-	-	-	-	-	-	-
Mesotropical	-	X	-	-	-	-	-
Termotropical	X	-	-	-	-	-	-

Tabla 36. Isobioclimas propuestos para el Departamento de Cochabamba

En base a la caracterización numérica de los bioclimas correspondientes a las series climatófilas, en la tabla 36, se presentan los 10 isobioclimas propuestos para el Departamento de Cochabamba. El isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo, está distribuido en la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, los isobioclimas supratropical pluviestacional húmedo, mesotropical pluvial hiperhúmedo, mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo, y termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo, están distribuidos en la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, los isobioclimas supratropical pluviestacional subhúmedo, mesotropical pluviestacional subhúmedo, mesotropical xérico seco, y termotropical xérico seco-semiárido, están distribuidos en la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, y finalmente, el isobioclima termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo (no inundable), está distribuido en la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental.

6.5. Superficie y porcentaje del territorio de Cochabamba cubierto por los bioclimas, los termotipos (pisos bioclimáticos) y los ombrotipos

En las tablas 37, 38 y 39, se indica la superficie (ha) y el porcentaje del territorio cubierto por los bioclimas, los termotipos y los ombrotipos determinados para el Departamento de Cochabamba. Estos datos constituyen una información adicional que surgen de la elaboración de los mapas bioclimáticos y que brindan una idea aproximada de distribución espacial de los diferentes bioclimas, termotipos y ombrotipos, que corresponden a la vegetación climácica potencial considerada en este estudio.

Bioclima	Superficie (ha)	%
Pluvial	2121108,2	36.8
Pluviestacional	2596811,5	45.1
Xérico	1044321,2	18.1
Total	5762240,9	100

Tabla 37. Superficie y porcentaje del territorio cubierto por los bioclimas

Termotipo	Superficie (ha)	%
Criorotropical inferior	79700,4	1,4
Supratropical superior	555257,1	9,6
Supratropical inferior	388908,0	6,7
Mesotropical superior	164234,8	2,9
Mesotropical inferior	947121,5	16,4
Termotropical superior	1405548,1	24,4
Termotropical inferior	1832024,3	31,8
Total	5762240,9	100

Tabla 38. Superficie y porcentaje del territorio cubierto por los termotipos (pisos bioclimáticos)

Ombrotipo	Superficie (ha)	%
Ultrahiperhúmedo	11886,8	0,2
Hiperhúmedo superior	975914,1	16,9
Hiperhúmedo inferior	485879,2	8,4
Húmedo superior	943115,4	16,4
Húmedo inferior	1207282,3	21,0
Subhúmedo superior	358037,1	6,2
Subhúmedo inferior	735804,8	12,8
Seco superior	96429,8	1,7
Seco inferior	926279,8	16,1
Semiárido superior	21611,6	0,4
Total	5762240,9	100

Tabla 39. Superficie y porcentaje del territorio cubierto por los ombrotipos

VII. CONCLUSIONES

El estudio sobre la bioclimatología y la vegetación climática potencial del Departamento de Cochabamba desarrollada en esta Tesis Doctoral, nos permite exponer las siguientes conclusiones:

1. La caracterización numérica de los bioclimas correspondientes a la vegetación potencial climática, ha permitido determinar 5 termotipos (pisos bioclimáticos), que con sus horizontes termotípicos, incluyen 8 clases (termotropical inferior, termotropical superior, mesotropical inferior, mesotropical superior, supratropical inferior, supratropical superior, orotropical superior y criorotropical inferior). El termotipo termotropical (inferior/superior), se encuentra en el 56.2 % del Departamento de Cochabamba, seguido del termotipo mesotropical (inferior/superior) con el 19.3 %, el supratropical (inferior/superior) con el 16.4 %, y entre el orotropical y criorotropical ocupan el 8.2 % de la superficie departamental.
2. Los valores de los parámetros climáticos e índices bioclimáticos obtenidos para las series de vegetación, señalan la existencia de tres bioclimas: pluvial, pluviestacional y xérico. El bioclima con mayor distribución superficial en el territorio, es el pluviestacional (45.1 %), seguido del bioclima pluvial (36.8 %), y el bioclima xérico con el 18.1 %.
3. Se han determinado 6 ombrotipos, que con sus respectivos horizontes (inferior/superior), incluyen 10 clases (semiárido superior, seco inferior, seco superior, subhúmedo inferior, subhúmedo superior, húmedo inferior, húmedo superior, hiperhúmedo inferior, hiperhúmedo superior y ultrahiperhúmedo). El ombrotipo húmedo (inferior/superior) se encuentra en el 37.3 % del territorio, seguido del ombrotipo hiperhúmedo (inferior/superior) con el 25.4 %, el subhúmedo (inferior/superior) con el 19.0 %, y entre el ombrotipo seco y semiárido ocupan el 18.1 %.
4. A partir de la caracterización numérica de los bioclimas correspondiente a la vegetación potencial considerada, se han determinado 10 isobioclimas, que son: supratropical pluviestacional subhúmedo (distribuido en la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica y en la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana), supratropical pluviestacional húmedo, mesotropical pluvial hiperhúmedo, mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo,

mesotropical pluvial húmedo-subhúmedo, mesotropical xérico seco, termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo (no inundable), termotropical pluvial húmedo-subhúmedo, termotropical xérico seco-semiárido.

5. La información bioclimática sobrepuesta a las áreas de distribución de la vegetación climática potencial considerada, ha permitido generar para todo el Departamento de Cochabamba los mapas bioclimáticos de: termotipos, bioclimas y ombrotipos, así como un mapa adicional correspondiente a la clasificación bioclimática conjunta del Departamento de Cochabamba, todos a escala 1:750.000.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Angot, A. 1918. Etudes sur le climat de la France. Régime des pluies: II. Regions du sud-ouest et du sud. Ann. Bureau Centr. Met. France

Antezana, C. 2004. Estudio de la flora y la vegetación de los valles secos interandinos del Departamento de Cochabamba (Bolivia). Tesis Doctoral. Departamento de Biología Vegetal II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. 216 pp.

Antezana, C. y G. Navarro. 2002. Contribución al análisis biogeográfico y catálogo florístico de la flora de los valles secos interandinos del centro de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. N° 12: 3-38.

Arce, J.; S. Estenssoro y P. Ergueta. 1987. Diagnóstico del estado de la flora y comunidades importantes para la conservación: Proyecto Valle Alto-Cochabamba. CDC-Bolivia. La Paz- Bolivia. 80 p.

Arce, L. 1963. Formaciones fitogeográficas de Bolivia. Memoria de la Sociedad de ingenieros Agrónomos de Bolivia. Servicio Agrícola Interamericano. La Paz-Bolivia. 7 p.

Asbún, G. 1995. Estudio florístico del estrato arbóreo en la zona de la Siberia (Parque Nacional Carrasco-Cochabamba). Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología-Universidad Mayor de San Simón. 134 pp.

Baudach, K. 1998. Estudio de la vegetación de la provincia Tapacarí (Cochabamba-Bolivia). Proyecto de seguridad alimentaria nutricional de la provincia Arque. Cordeco - Gtz. Cochabamba. Pp 6-27.

Beck, S. 1986. Flora y vegetación natural alterada en la cuenca amazónica boliviana. En: Impacto del desarrollo en la ecología del trópico boliviano. Memoria del simposio. Santa Cruz - Bolivia. Pp. 8-17.

Box, E. 1981. Macroclimate and plant forms: an introduction to predictive modeling in phytogeography. Dr. W. Junk Publishers The Hague. Tasks for vegetation science 1. Pp. 5-94.

Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología (edición en español) Edit. Blume. Madrid - España. 820 p.

Bruckner, A., G. Navarro y W. Ferreira. 2000. Evolución del paisaje y alternativas de ordenamiento sostenible (Chapare, Cochabamba,

Bolivia). Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. N° 7: 47-66.

Carballeira, A., C. Devesa, R. Retuerto, E. Santillán y F. Ucuda. 1983. Bioclimatología de Galicia. Fundación Pedro Barrié de la Maza Conde de Fenosa. La Coruña-España. 389 pp.

Castellón, J. 1999. Estructura, composición florística y ecología de la vegetación en la Várzea del Río Ichilo (Cochabamba). Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología-Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. 70 p.

Cuesta, F., M. Peralvo y N. Valarezo. 2009. Los bosques Montanos de los andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. Series Investigación y Sistematización N° 5. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. Quito. 71 p.

De La Barra, N. 1998. Reconstrucción de la vegetación original de la ciudad de Cochabamba. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. N° 4: 3-38.

Del Río, S. 2005. El cambio climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León (España). Ítiner Geobotánica. León-España. Vol. 16: 5-26.

Ellemberg, H. 1981. Desarrollar sin destruir. Respuestas de un Ecólogo a 15 preguntas de agrónomos y planificadores bolivianos. Instituto de Ecología. La Paz-Bolivia. 55 p.

Emck, P., A. Moreira-Muñoz y M. Richter. 2006. El clima y sus efectos de la vegetación. En: Botánica Económica de los Andes Centrales. Moraes, M., B. Ollgaard, L. Kvist, F. Borchsenius y H. Baslev, (eds). La Paz- Bolivia. Pp. 11-36.

Fernández, E. 1997. Estudio Fitosociológico de los bosque de kewiña (*Polylepis* spp., Rosaceae) en la cordillera de Cochabamba. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. N° 2: 49-66.

Fernández, M., M. Mercado, S. Arrázola y E. Martínez. 2001. Estructura y composición florística de un fragmento boscoso de *Polylepis besseri* Hieron. Subsp. *besseri* en Sacha Loma (Cochabamba). Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. 9: 15-27.

Fernández-Gonzáles, F. 1997. Bioclimatología. En: Izco *et al.*, Botánica: 607 – 682. Mac Graw-Hill. Edit. Interamericana. Madrid-España.

García, M y D. Parra. 2011. Bosques Andinos de América Tropical. Serie Investigación y Sistematización N°26. Programa Regional ECOBONA-INRECOOPERATION y FUNDACION ZOOLOGICA DEL ECUADOR. Lima. Pp. 8-12.

Gaussen, H. 1949. Flore mesogénne, vegetation et clima méditerranéés. Comp. Rend. Sommaire Seances Soc. Biogeog. 228:80-83.

Gavilán, R. 1994. Estudio de las relaciones entre la vegetación y el clima en el sistema central español. Memoria Doctoral. Madrid-España. 331 p.

Good, R. 1931. A Theory of Plant Geography. New Phytol. 30:149-171.

Griseb, A. 1838. Ueber den Einfluss der Klimas auf die Begrenzung der natürlichen Floren. Linnaea. 12:159-200.

Hanagarth, W. 1988. Informe del consultor en manejo de áreas protegidas, fauna silvestre y recursos genéticos. La Paz - Bolivia. 158 p.

Holdridge, L. 1947. Determination of World Plant Formation from Simple Climatic Data. Science 105 (2727):367-368.

Holdridge, L. 1978. Ecología Basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José - Costa Rica. Pp 1-56.

Humboldt, A. Von. 1807. Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgenüsse der Tropenländer. Tübingen. 182 p.

Ibisch, P. 1993. Estudios de la vegetación como una contribución a la caracterización ecológica de la Provincia Arque, Cochabamba, Bolivia. Ayuda de decisión para la evaluación de los potenciales del espacio natural y una planificación de un uso de la tierra adecuada al ecosistema. Cuaderno científico N° 1. PROSANA-CORDECO-GTZ. Cochabamba. 177p.

Ibisch, P. 1994. Flora y vegetación de la provincia Arque. Departamento de Cochabamba, Bolivia. Ecología en Bolivia 22:53-92.

Ibisch, P. y P. Rojas. 1994. Flora y vegetación de la Provincia Arque, Departamento de Cochabamba, Bolivia. Revista Ecología en Bolivia 22:1-14.

Ibisch, P. y G. Mérida. 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz. Pp.1-98.

Instituto Geográfico Militar. 1997. Atlas de Bolivia. La Paz-Bolivia. Pp 92-95.

Josse, C., F. Cuesta, G. Navarro, V. Barrena, E. Cabrera, E. Chacón-Moreno, W. Ferreira, M. Peralvo, J. Saito y A. Tovar. 2009. Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro de Bolivia, Colombia, Ecuador Perú y Venezuela. Secretaria General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Paramo Andino, Programa BioAndes, Ecociencia, Nature Serve, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL. Lima. Pp. 32-39.

Killeen, T. 1998. Clima y Paleoclima. In: a biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Killeen, T & T. Schulenberg (eds). RAP Working paper 10. Conservation International. Washington. Pp. 57-60.

Lara, R. 1983. Mapa generalizado de la vegetación de Bolivia. Atlas de Bolivia. Instituto Geográfico Militar. La Paz-Bolivia. Pp 8.

Lauer, W. 1989. Climate and weather. Serie: Ecosystems of the world. Tropical rain forest ecosystems: biogeographical ecological studies. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. Pp. 7-49.

Maldonado, M. 2002. Hidroecoregiones y ambientes acuáticos. En: Geografía ecológica de Bolivia. Navarro, G. & M. Maldonado, (eds). Centro de Ecología Simón I. Patiño. Cochabamba-Bolivia. Pp. 510-615.

Maldonado, M. y E. Goitia. 2003. Las Hidroecoregiones del Departamento de Cochabamba. Revista Ecología y Conservación Ambiental. N° 13. Pp 118 -124.

Martonne, E. De. 1926. L' indice d' aridité. Bull. Ass. Geogr. Fr. 9:3-5.

Mason, H. 1936. The principles of geographic distribution as applied to floral analysis. Madroño 3:181-190.

Mercado, M. 1998. Vegetación de la ceja de monte yungueña en el Parque Nacional Carrasco (Cochabamba, Bolivia). Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. N° 4: 55-76.

Metzger, M., R. Bunce, R. Jongman, R. Sayre, A. trabucco & R. Zomer. 2012. A high-resolution bioclimate map of the world: a unifying framework for global biodiversity research and monitoring. Global Ecol. Biogeogr. Pp. 1-9.

Montes de Oca, I. 1995. Geografía y clima de Bolivia. Bull. Inst. Fr. études andines. 24 (3): 357-368.

Montes de Oca, I. 1997. Geografía y recursos naturales de Bolivia. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Tercera Edición. La Paz. Pp. 17-157.

Morales, C. 2004. Manual de Ecología. 2da Edic. Lidema. La Paz-Bolivia. Pp. 93-109.

Morales, N. 1979. Los recursos renovables naturales de Cochabamba. Edit. Canelas. Cochabamba-Bolivia. 149 p.

Morales P. 2007. Correlación y Covarianza, Universidad Pontificia Comillas, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Última revisión. Madrid. Pp 21.

Moya, N., E. Goitia y M. Siles. 2003. Tipología de ríos de la región del piedemonte andino en Cochabamba. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. 13: 95-115.

Navarro, G. 1993. Vegetación de Bolivia: el Altiplano meridional. Rivasgodaya 7:69-98.

Navarro, G. 1996. Catálogo ecológico preliminar de las cactáceas de Bolivia. Lazaroa 17: 33-84.

Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. Nº 2: 3-38.

Navarro, G. 1999. El clima. Revista Bolivia Ecológica. Fundación Simón I. Patiño. Cochabamba. Nº14: 1-24.

Navarro, G. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia. Primera parte: Vegetación y Unidades Biogeográficas. En: G. Navarro y M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos, Editorial: Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Pp 2-500.

Navarro, G. 2011a. Clasificación de la vegetación de Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz. 661 pp.

Navarro, G. 2011b. Regiones Biogeográficas de Bolivia. En Centro de Ecología difusión Simón I. Patiño. Bolivia Megadiversa. Revista Bolivia Ecológica. Nº 63: 1-71.

Navarro, G. 2012. Biogeografía y mapa biogeográfico de Bolivia. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Libro Rojo de la Flora amenazada de Bolivia. Vol. I. Zona andina. La Paz. 600 p.

Navarro, G. y W. Ferreira. 2000. Caracterización ecológica y biodiversidad de la cuenca oeste del río Ichilo (Cochabamba, Bolivia). Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. Nº 7: 3-24.

Navarro, G. y W. Ferreira. 2004. Zonas de vegetación potencial de Bolivia: una base para el análisis de vacíos de conservación. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. N° 15: 1-40.

Navarro, G. y W. Ferreira. 2007. Mapa de Vegetación de Bolivia, escala 1: 250 000. Edición CD-ROM. RUMBOL SRL. ISBN 978-99954-0-168-9. Depósito Legal 2-7-116-11. Edición auspiciada por The Nature Conservancy (TNC), CONDESAN, The Natureserve.

Navarro, G. y W. Ferreira. 2009. Biogeografía y mapa biogeográfico de Bolivia. En VMABCC-BIOVERSITY INTERNATIONAL. Libro rojo de los parientes silvestres de cultivo de Bolivia. Plural editores. La Paz. Pp. 23-39.

Navarro, G. y W. Ferreira. 2011. Mapa de Sistemas Ecológicos de Bolivia, escala 1:250 000. Edición CD-ROM. RUMBOL SRL. ISBN 978-99954-2-205-9. Depósito Legal 2-7-115-11. Edición auspiciada por The Nature Conservancy (TNC), CONDESAN, The Natureserve.

Navarro, G., S. Arrazola, C. Antezana, E. Saravia y M. Atahuachi. 1996. Series de vegetación de los valles internos de los Andes de Cochabamba (Bolivia). *Rev. Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. Vol.1 N° 1: 3-20.

Navarro, G., S. Arrázola, J.A. Balderrama, W. Ferreira, N. De La Barra, C. Antezana, I. Gómez y M. Mercado. 2010. Diagnóstico del estado de conservación y caracterización de los bosques de *Polylepis*. En: Bolivia y su avifauna. *Rev. Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. N° 28: 1-36.

Navarro, G., J.A. Molina y N. De La Barra. 2005. Classification of the high-Andean *Polylepis* forest in Bolivia. *Plant Ecology* 176: 113-130.

Pizarro R., P. Ausensi, D. Arevena, CL. Sanguesa. 2009. Evaluación de métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes de precipitación en estaciones pluviográficas de la VII Región del Maule, Chile. *Aqua-LAC - Vol. 1. N° 2*. Pp. 172-185.

RAIGS. 2012. Amazonia Bajo Presión. www.raig.socioambiental.org (último acceso: 20 -9-2015). 68 p.

Ribera, M. 1992. Regiones Ecológicas. En: Marconi (ed). *Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia*. C.D.C. La Paz-Bolivia. Pp. 9-71.

Rivas-Martínez, S. 2007. Mapa de series, geoseris y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación de España. Parte I. *Itinera Geobotanica* 17:11-94.

- Rivas-Martínez, S. 2008. Global Bioclimatics (Clasificación Bioclimática de la Tierra). Versión 01-12-2008. Centro de Investigaciones Fitosociológicas. <http://www.globalbioclimatics.org/>. Madrid-España (último acceso: 19-9-2015).
- Rivas-Martínez, S., D. Sánchez-Mata y M. Costa. 1999. North American Boreal and Western Temperate Forest Vegetation. *Itinera Geobotanica* 12:5-16.
- Rivas-Martínez, S., G. Navarro, A. Penas y M. Costa. 2011b. Biogeographic Map of South America. A preliminary survey. *International Journal of Geobotanical Research*, Vol. 1. 21-40 + Maps
- Rivas-Martínez, S., S. Rivas y A. Penas. 2011a. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany*, Vol. 1. 1-634 + 4 Maps
- Roche, M. 1993. El Clima de Bolivia. En: Actas del seminario sobre el PHICAB-Programa hidrológico y climatológico de la Cuenca Amazónica de Bolivia. Pp. 81-93.
- Rojas, P. 1994. Estudio fitosociológico de pastizales naturales y catálogo florístico de la provincia Arque - Cochabamba. Proyecto de seguridad alimentaria nutricional de la provincia Arque. Cordeco - GTZ. Cochabamba. Pp. 71-114.
- Ronchail, J. 1989. Advecciones polares en Bolivia: Caracterización de los efectos climáticos. *Bull. Inst. Fr. Et. And. París*. Pp. 65-73
- Saravia, E. 1996. Estudio de la vegetación de las partes altas de la provincia Campero y Mizque (Cochabamba). Tesis de Licenciatura. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología-Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia. 92 p.
- Servicio Nacional de Hidrografía Naval. 1998. Hidrografía de Bolivia. Descripción de ríos, lagos, salares y balance hídrico superficial de Bolivia. Ministerio Nacional de Defensa. La Paz- Bolivia. Pp. 29-134.
- Stadmüller, T. 1997. Los bosques nublados tropicales: distribución, características ecológicas e importancia hidrológica. En: M. Liberman & C. Bated (eds), *Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña: manejo de áreas frágiles en los Andes*. Pp. 57-54.
- Thornthwaite, C. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.* 38: 85-94.
- Tuhkanen, S. 1980. Climatic parameters and indices in plant geography. *Acta Phytogeographica Suecica* 67. Pp.10-94.

UNESCO. 1973. Clasificación internacional y cartografía de la vegetación. Serie Ecología y Conservación. Nº 6. 92 p.

Unzueta, O. 1975. Mapa ecológico de Bolivia. Menoría explicativa. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz - Bolivia. Pp. 12-64.

Vásquez, R. y P. Ibisch. 2000. Orquídeas de Bolivia / Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación / Diversity and status. Vol 1 Pleurothallidinae. Editorial F.A. Pp. 39-45.

Wahlenberg, G. 1811. Kamtschadalische Laub-und Lebermoose, gesammenet anf der russischen Entdeckungsreise Von dem Herrn Hofrath Tilesius un untersucht von Dr. G. Wahlenberg. Magazin Ger. Naturf. Fr. 5:289-297.

Walter, H. 1973. Vegetation of the Earth in relation to Climate and the Ecophysiological Conditions. Springer. Londres - Nueva York. 237 p.

Walter, H. 1977. Zonas de vegetación y clima; Breve exposición desde el punto de vista causal y global. Edit. Omega. Barcelona - España. 245 p.

Woodward, F. I. 1987. Climate and plant distribution. Cambridge University Press. London. Pp 39-155.

Zabala, N. 2011. Los climas de América. <http://espaciosamericanos.blogspot.com/2011/05/los-climas-de-america.html> (último acceso: 26-9-2015)

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de precipitación

Tabla 2. Parámetros de temperatura

Tabla 3. Índices bioclimáticos

Tabla 4. Bioclimas e índices bioclimáticos del Macrobioclima Tropical, determinados y utilizados en Bolivia

Tabla 5. Ombrotipos correspondientes al Macrobioclima Tropical

Tabla 6. Termotipos correspondientes al Macrobioclima Tropical

Tabla 7. Horizontes termotípicos propuestos para el Macrobioclima Tropical

Tabla 8. Horizontes ombrotípicos

Tabla 9. Variantes de sequía tropical

Tabla 10. Bioclima criorotropical pluviestacional húmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 11. Bioclima orotropical pluviestacional húmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 12. Bioclima supratropical pluviestacional subhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 13. Isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Puneña Mesofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba.

Tabla 14. Bioclima criorotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Puneña Xerofítica, individualizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 15. Bioclima orotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Puneña Xerofítica, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 16. Bioclima orotropical pluvial ultrahiperhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 17. Isobioclima supratropical pluvial hiperhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 18. Bioclima supratropical pluviestacional húmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica

Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 19. Isobioclima supratropical pluviestacional húmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 20. Bioclima mesotropical pluvial hiperhúmedo y mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 21. Isobioclima mesotropical pluvial hiperhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 22. Isobioclima mesotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 23. Bioclima termotropical pluvial hiperhúmedo, termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo y termotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 24. Isobioclima termotropical pluviestacional húmedo-subhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Yungueña Peruano-Boliviana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 25. Bioclima supratropical pluviestacional subhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 26. Isobioclima supratropical pluviestacional subhúmedo, correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 27. Bioclima mesotropical pluviestacional subhúmedo y mestropical xérico seco correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 28. Isobioclima mesotropical pluviestacional subhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 29. Isobioclima mesotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 30. Bioclima termotropical xérico seco correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 31. Isobioclima termotropical xérico seco-semiárido correspondiente a la vegetación climácica potencial de la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 32. Bioclima termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial no inundable de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 33. Isobioclima termotropical pluvial húmedo-hiperhúmedo correspondiente a la vegetación climácica potencial no inundable de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 34. Bioclima termotropical pluviestacional húmedo correspondiente a la vegetación edafohigrófila inundable de la Provincia Biogeográfica Amazónica Suroccidental, particularizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 35. Isobioclima termotropical pluviestacional húmedo correspondiente a la vegetación edafohigrófila y sabanas eutróficas inundables de la Provincia Biogeográfica Beniense, individualizada para el Departamento de Cochabamba

Tabla 36. Isobioclimas propuestos para el Departamento de Cochabamba

Tabla 37. Superficie y porcentaje del territorio cubierto por los bioclimas

Tabla 38. Superficie y porcentaje del territorio cubierto por los termotipos (pisos bioclimáticos)

Tabla 39. Superficie y porcentaje del territorio cubierto por los ombrotipos

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Bioclimograma utilizado en el sistema de clasificación bioclimática de la Tierra de Rivas-Martínez
- Figura 2.** Mapa de Sud América y Bolivia
- Figura 3.** Mapa físico y político del Departamento de Cochabamba
- Figura 4.** Posición de la Zona de Convergencia Intertropical en enero y julio
- Figura 5.** Isoyetas de precipitación para Bolivia
- Figura 6.** Ubicación de los anticiclones subtropicales de alta presión en Sudamérica
- Figura 7.** Mapa de Hidroecoregiones del Departamento de Cochabamba
- Figura 8.** Provincias Fisiográficas del Departamento de Cochabamba (1:1000.000)
- Figura 9.** Mapa Geológico del Departamento de Cochabamba (1:1000.000)
- Figura 10.** Mapa de bioclimas del Departamento de Cochabamba
- Figura 11.** Mapa de termotipos (pisos bioclimáticos) del Departamento de Cochabamba
- Figura 12.** Mapa de ombrotipos del Departamento de Cochabamba
- Figura 13.** Clasificación bioclimática del Departamento de Cochabamba
- Figura 14.** Mapa Biogeográfico de Sud América
- Figura 15.** Mapa Biogeográfico de Bolivia

Anexo 1. Matriz de Bioclimas

Provincia Biogeográfica	Sistema ecológico	Serie	Tipo de vegetación	Termotipo	Bioclima	Ombrotipo	lo	lod2	lt	Tp	Bioclima completo
Puneña Mesofítica	CES409.090	<i>Werneria melanandra-Deyeuxia minima</i>	Pradera subnival de la Cordillera de Cochabamba	Criorotropical	pluviestacional	húmedo	7,5	≤ 2,5	-	828	Criorotropical inferior pluviestacional húmedo inferior
Puneña Mesofítica	CES409.084	<i>Misbrookea strigosissima-Stipa hans-meyeri</i>	Pajonal altoandino húmedo de la Cordillera de Cochabamba	Orotropical	pluviestacional	húmedo	9,9	≤ 2,5	< 160	540	Orotropical superior pluviestacional húmedo superior
Puneña Mesofítica	CES409.074	<i>Berberis commutata-Polyepis subtusalbida</i>	Bosque Puñeno de <i>Polyepis</i> de la Cordillera de Cochabamba	Supratropical	pluviestacional	subhúmedo	4,9	≤ 2,5	160 - 320	1080	Supratropical superior pluviestacional subhúmedo superior
Puneña Mesofítica	CES409.074	<i>Berberis rariflora-Polyepis tomentella</i>	Bosque de <i>Polyepis</i> transicional, del sureste de Cochabamba	Supratropical	pluviestacional	subhúmedo	4,1	≤ 2,5	160 - 320	1680	Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior
Puneña Mesofítica	CES409.074	<i>Citharexylum punctatum-Polyepis lanata</i>	Bosque puneño de <i>Polyepis</i> transicional a los Yungas de Cochabamba	Supratropical	pluviestacional	subhúmedo	5,2	≤ 2,5	160 - 320	1356	Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior
Puneña Mesofítica	CES409.074	<i>Mutisia cochabambensis-Polyepis besseri</i>	Bosques puneños de <i>Polyepis</i> del sur de la Cordillera de Tiraque	Supratropical	pluviestacional	subhúmedo	5,6	≤ 2,5	160 - 320	1 260	Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior
Puneña Xerofítica	CES505.032	sin datos de campo	Pajonal subnival de la Puna Xerofítica centro-oriental	Criorotropical	xérico seco	seco	3,3	0,83	275	1263	Criorotropical inferior xérico seco superior
Puneña Xerofítica	CES505.032	sin datos de campo	Vegetación geliturbada subnival de la Puna Xerofítica centro-oriental	Criorotropical	xérico seco	seco	3,3	0,83	275	1263	Criorotropical inferior xérico seco superior

Anexo 1. Matriz de Bioclimas

Puneña Xerofítica	Nuevo sistema ecológico	<i>Tarasa tarapacana</i> - <i>Muhlenbergia</i> <i>peruviana</i>	Herbazal anual altoandino de la Puna Xerofítica sobre suelos pedregosos	Orotropical	xérico	seco	2,5	0,45	91	1013	Orotropical superior xérico seco inferior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.920	<i>Gynoxis asterotricha</i> - <i>Polylepis pepeí</i>	Bosque yungueño altoandino de <i>Polylepis</i> <i>pepei</i>	Orotropical	pluvial	ultrahiperhúmedo	45,5	> 2,5	< 160	552	Orotropical superior pluvial ultrahiperhúmedo
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.405	<i>Ilex mandonii</i> - <i>Polylepis lanata</i>	Bosque yungueño de <i>Polylepis</i> altimontano pluvial de los Yungas de Cochabamba	Supratropical	pluvial	hiperhúmedo	23,4	5,4	232	1076	Supratropical superior pluvial (higrofitico) hiperhúmedo
Yungueña Peruano- Boliviana	CES 409.043	<i>Prunus tucumanensis</i> - <i>Hesperomeles</i> <i>ferruginea</i>	Bosque altimontano pluvial de los Yungas de Cotacajes y Altamachi	Supratropical	pluvial	hiperhúmedo	23,4	5,4	232	1076	Supratropical superior pluvial (higrofitico) hiperhúmedo
Yungueña Peruano- Boliviana	CES 409.043	<i>Weinmannia bangii</i> - <i>Weinmannia</i> <i>fagaroides</i>	Bosque altimontano pluvial de los Yungas del Ichilo	Supratropical	pluvial	hiperhúmedo	23,4	5,4	232	1076	Supratropical superior pluvial (higrofitico) hiperhúmedo
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.046	<i>Styloceras</i> <i>columnare</i> - <i>Polylepis</i> <i>lanata</i>	Bosque de <i>Polylepis</i> altimontano húmedo pluviestacional de los Yungas de Cochabamba	Supratropical	pluviestacional	húmedo inferior	6,8	≤ 2,5	160 - 320	1320	Supratropical superior pluviestacional húmedo inferior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.044	<i>Blepharocalyx</i> <i>salicifolius</i> - <i>Podocarpus</i> <i>glomeratus</i>	Bosque altimontano inferior pluviestacional de los Yungas de Cotacajes	Supratropical	pluviestacional	húmedo inferior	6,8	≤ 2,5	160 - 320	1524	Supratropical inferior pluviestacional húmedo inferior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.050	<i>Ocotea jelskii</i> - <i>Podocarpus</i> <i>oleifolius</i>	Bosque yungueño montano-inferior hiperhúmedo de los Yungas de Coroico y Altamachi- Corani	Mesotropical	pluvial	hiperhúmedo	17,2	> 2,5	320 - 490	2184	Mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo inferior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.050	<i>Persea ruizii</i> - <i>Prumnopitys exigua</i>	Bosque yungueño montano-superior pluvial de los Yungas de Vandiol- Iviritzu	Supratropical, se llevará al Mesotropical	pluvial	hiperhúmedo	22,8	> 2,5	160-320	1644	Supratropical inferior pluvial hiperhúmedo superior

Anexo 1. Matriz de Bioclimas

Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.050	<i>Prumnopitys exigua- Podocarpus oleifolius</i>	Bosque yungueño montano-inferior pluvial de los Yungas de Vandiola- Ivirizu	Mesotropical	pluvial	hiperhúmedo	18,1	> 2,5	320 - 490	2076	Mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo superior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.050	<i>Podocarpus oleifolius- Weinmannia cochabambensis</i>	Bosque yungueño montano pluvial de los Yungas del Espíritu Santo	Mesotropical	pluvial	hiperhúmedo	18,4	> 2,5	320 - 490	2040	Mesotropical inferior pluvial hiperhúmedo superior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.051	<i>Clethra cuneata- Weinmannia sorbifolia</i>	Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas del Boopi y Cotacajes	Mesotropical	pluviestacional	subhúmedo	5,2	≤ 2,5	320 - 490	1992	Mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.051	<i>Juglans boliviana- Podocarpus oleifolius</i>	Bosque yungueño montano pluviestacional de los Yungas de San Mateo	Mesotropical	pluviestacional	húmedo	12,0	≤ 2,5	320 - 490	2172	Mesotropical inferior pluviestacional húmedo superior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.921	<i>Leucochloron bolivianum-Erythrina falcata</i>	Bosque semideciduo yungueño montano de los Yungas del Cotacajes	Mesotropical	pluviestacional	subhúmedo	4,6	≤ 2,5	320 - 490	1920	Mesotropical superior pluviestacional subhúmedo inferior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.048	<i>Protium altsonii- Dictyocaryum lamarckianum</i>	Bosque-Palmar yungueño pluvial basimontano	Termotropical	pluvial	hiperhúmedo	14,7	> 2,5	490 - 710	2544	Termotropical superior pluvial hiperhúmedo inferior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.054	<i>Ladenbergia oblongifolia-Juglans boliviana</i>	Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas	Termotropical r	pluviestacional	húmedo	10,3	≤ 2,5	490 - 710	2532	Termotropical superior pluviestacional húmedo superior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.054	<i>Centrolobium cf. minus-Juglans boliviana</i>	Bosque húmedo estacional basimontano de los Yungas del Cotacajes y Altamachi	Termotropical	pluviestacional	subhúmedo	4,8	≤ 2,5	490 - 710	2640	Termotropical inferior pluviestacional subhúmedo superior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.053	<i>Cinchona calisaya- Anadenanthera colubrina</i>	Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas de Cotacajes	Termotropical	pluviestacional	subhúmedo	4,7	≤ 2,5	490 - 710	2676	Termotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior

Anexo 1. Matriz de Bioclimas

Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.053	<i>Luehea tomentella</i> - <i>Zeyheria tuberculosa</i>	Bosque semideciduo basimontano inferior de los Yungas del Ichilo	Termotropical	pluviestacional	subhúmedo	3,6	≤ 2,5	490 - 710	2508	Termotropical superior pluviestacional subhúmedo inferior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.056	<i>Samaipaticereus</i> <i>inquisivensis</i> - <i>Schinopsis</i> <i>haenkeana</i>	Bosque yungueño xérico basimontano superior de los Yungas del Cotacajes	Mesotropical, se llevará al termotropical	xérico	seco	3,6	-	320 - 490	2196	Mesotropical inferior xérico seco superior
Yungueña Peruano- Boliviana	CES409.056	<i>Cleistocactus</i> <i>laniceps</i> - <i>Schinopsis</i> <i>haenkeana</i>	Bosque yungueño xérico basimontano inferior de los Yungas del Cotacajes	Termotropical	xérico	seco	3,2	-	490 - 710	2484	Termotropical superior xérico seco superior
Boliviano- Tucumana	CES409.194	<i>Berberis rariflora</i> - <i>Polylepis tomentella</i>	Khewiñar Boliviano- Tucumano transicional a puneño	Supratropical	pluviestacional	subhúmedo	4,4	≤ 2,5	160 - 320	1584	Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior
Boliviano- Tucumana	CES409.194	<i>Berberis</i> <i>chrysacantha</i> - <i>Polylepis neglecta</i>	Khewiñar Boliviano- Tucumano septentrional	Supratropical	pluviestacional	subhúmedo	4,3	≤ 2,5	160 - 320	1620	Supratropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior
Boliviano- Tucumana	CES409.197	<i>Prunus tucumanensis</i> - <i>Podocarpus</i> <i>parlatorei</i>	Pinar montano Boliviano- Tucumano de Pino del Cerro	Mesotropical	pluviestacional	subhúmedo	3,9	≤ 2,5	320 - 490	2136	Mesotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior
Boliviano- Tucumana	CES409.197	<i>Escallonia</i> <i>myrtilloides</i> - <i>Podocarpus</i> <i>parlatorei</i>	Pinar altimontano Boliviano- Tucumano septentrional	Mesotropical	pluviestacional	subhúmedo	4,9	≤ 2,5	320 - 490	1704	Mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior
Boliviano- Tucumana	CES.409.199	<i>Myrcianthes</i> <i>callicoma</i> - <i>Myrcianthes</i> <i>pseudomato</i>	Sahuintal húmedo montano Boliviano-Tucumano	Mesotropical	pluviestacional	subhúmedo	4,2	≤ 2,5	320 - 490	1992	Mesotropical superior pluviestacional subhúmedo superior
Boliviano- Tucumana	CES.409.208	<i>Aspidosperma</i> <i>resonans</i> - <i>Erythrina</i> <i>falcata</i>	Bosque montano semideciduo Boliviano- Tucumano de Ceibo con Naranjillo	Mesotropical	pluviestacional	subhúmedo	4,0	≤ 2,5	320 - 490	2064	Mesotropical inferior pluviestacional subhúmedo inferior

Anexo 1. Matriz de Bioclimas

Boliviano-Tucumana	CES.409.208	<i>Jacaranda mimosifolia-Tipuana tipu</i>	Bosque montano semideciduo Boliviano-Tucumano de Tipa con Jacarandá	Mesotropical	xérico	seco	2,8	0,14	442	2116	Mesotropical inferior xérico seco inferior
Boliviano-Tucumana	CES409.210	<i>Escallonia millegrana-Kageneckia lanceolata</i>	Bosque prepuneño superior seco de la Cuenca del Río Grande	Mesotropical	xérico	seco	2,2	0,14	442	2073	Mesotropical superior xérico seco inferior
Boliviano-Tucumana	CES409.210	<i>Vasconcellea quercifolia-Schinopsis haenkeana</i>	Bosque prepuneño inferior semiárido de la Cuenca del Río Grande	Mesotropical	xérico	seco	2,2	0,14	442	2073	Mesotropical inferior xérico seco inferior
Boliviano-Tucumana	CES409.211	<i>Cardenasiodendron brachypterum-Schinopsis haenkeana</i>	Bosque seco interandino de Mara Valluna y Soto	Termotropical	xérico	seco	2,4	-	490 - 710	2364	Termotropical superior xérico seco inferior
Boliviano-Tucumana	CES409.211	<i>Senna crassiramea-Schinopsis haenkeana</i>	Bosque seco interandino de Soto del Río Caine	Termotropical	xérico	seco	2,3	-	490 - 710	2436	Termotropical superior xérico seco inferior
Boliviano-Tucumana	CES409.211	<i>Neocardenasia herzogiana-Schinopsis haenkeana</i>	Bosque semiárido interandino de Caraparí y Soto	Termotropical	xérico	seco	2,1	-	490 - 710	2688	Termotropical inferior xérico seco inferior
Boliviano-Tucumana	CES409.211	<i>Espositoa guentheri-Loxopterygium grisebachii</i>	Bosque semiárido interandino de Cola de Zorro y Sotomara	Termotropical	xérico	semiárido	1,6	0,09	684	3022	Termotropical inferior xérico semiárido superior
Amazónica Suroccidental	CES408.543	<i>Elaeagia obovata-Talauma boliviana</i>	Bosque amazónico pluvial subandino del Chapare	Termotropical	pluvial	hiperhúmedo	19,0	> 2,5	490 - 710	2568	Termotropical superior pluvial hiperhúmedo superior
Amazónica Suroccidental	CES408.545	<i>Caryocar dentatum-Diploon cuspidatum</i>	Bosque amazónico pluvial subandino central	Termotropical	pluvial	húmedo	7,6	> 2,5	490 - 710	2700	Termotropical inferior pluvial húmedo inferior

Anexo 1. Matriz de Bioclimas

Amazónica Suroccidental	CES408.570	<i>Eschweilera coriacea-Dypterix odorata</i>	Bosque amazónico del glacis preandino central	Termotropical	pluvial	húmedo	10,5	3,7	682	2974	Termotropical inferior pluvial (higrofitico) húmedo superior
Amazónica Suroccidental	CES408.531	<i>Xylopia ligustriifolia-Hura crepitans</i>	Bosque maduro de Varzea del piedemonte andino central	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Amazónica Suroccidental	CES408.531	<i>Inga nobilis-Hura crepitans</i>	Bosque inmaduro de Varzea del piedemonte andino central	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES406.251	<i>Machaerium aristulatum-Erythrina fusca</i>	Pampa de Cosorío (sabanas arboladas)	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES406.251	<i>Bergeronia sericea-Albizia inundata</i>	Pampa de Guayumequi y Cupesí o Asotocosi (sabanas arboladas)	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES406.226	<i>Croton sampatik-Albizia inundata</i>	Bosques de arroyos de Manguillo y Asotocosi	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES406.226	<i>Phitecellobium corymbosum-Erythrina fusca</i>	Bosques de Arroyos de Maní y Cosorío	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES408.531	<i>Clarisia racemosa-Hura crepitans</i>	Bosque Várzea de semialtura, de Isiri o Urupí y Ochoó	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES408.531	<i>Xylopia ligustriifolia-Hura crepitans</i>	Bosque de Várzea de bajo, de Piraquina y Ochoó	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior

Anexo 1. Matriz de Bioclimas

Beniana	CES408.531	<i>Inga nobilis-Hura crepitans</i>	Bosque de Várzea inmaduro de Pacay y Ochoó	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES 408.578	<i>Copaifera reticulata-Calycophyllum spruceanum</i>	Bosque de aguas estancadas de Aceite y Guayabochi	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES 408.578	<i>Calycophyllum spruceanum - Terminalia amazonia</i>	Bosque de aguas estancadas de Verdolago Blanco y Guayabochi	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	CES 408.578	<i>Ficus trigona-Erythrina fusca</i>	Bosque de pantano de Bibosi y Cosorío	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior
Beniana	Co03 Co04 Co05	Varias comunidades vegetales inundables	Sabanas herbáceas eutróficas, pantanos herbáceos, bosques higrofiticos y vegetación ripária	Termotropical	pluviestacional	húmedo	6,3	1,5	707	3 063	Termotropical inferior pluviestacional (mesofítico) húmedo inferior

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

AIQUILE -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2250 m.

Latitude: 18° 10'S Longitude: 65° 10'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	20.40	26.60	14.20	0.00	0.00	148.9	91.17
Feb.	19.80	26.10	13.50	0.00	0.00	91.2	75.34
Mar.	19.90	26.60	13.10	0.00	0.00	83.1	80.69
Apr.	19.20	26.50	11.80	0.00	0.00	17.9	69.50
May.	17.60	26.50	8.70	0.00	0.00	1.3	58.61
Jun.	16.00	26.00	6.10	0.00	0.00	0.7	46.12
Jul.	15.60	25.90	5.30	0.00	0.00	1.7	45.80
Aug.	17.00	26.90	7.20	0.00	0.00	14.4	56.45
Sep.	18.40	27.10	9.70	0.00	0.00	20.0	65.91
Oct.	20.10	28.10	12.20	0.00	0.00	38.6	85.42
Nov.	20.80	28.20	13.50	0.00	0.00	61.7	90.51
Dec.	20.60	27.40	13.70	0.00	0.00	83.5	93.75
Year	18.78	26.82	10.75	0.00	0.00	563	859.26

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 500
 Compensated thermicity index.....(Itc): 500
 Simple continentality index.....(Ic): 5.2
 Diurnality index.....(Id): 20.6
 Annual ombrothermic index.....(Io): 2.50
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.04
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.06
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.08
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.32
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.66
 Annual positive temperature.....(Tp): 2254
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 492
 Positive precipitation.....(Pp): 563

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	4	1	2	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

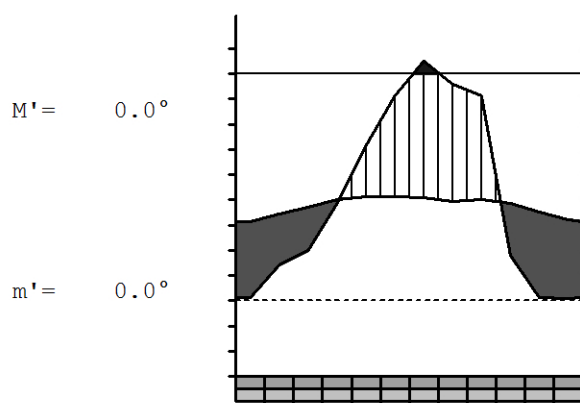
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: UPPER THERMOTROPICAL LOW DRY

AIQUILE -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2250 m

P= 563 18° 10'S 65° 10'W 25/25 y.
 T= 18.8° Ic= 5.2 Tp= 2254 Tn= 0
 m= 5.3° M= 25.9° Itc= 500 Io= 2.5



TROPICAL XERIC (DRY)
 UPPER THERMOTROPICAL LOW DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

ANZALDO -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3020 m.

Latitude: 17° 46'S Longitude: 65° 55'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	16.00	22.30	9.60	0.00	0.00	134.5	72.85
Feb.	15.60	21.90	9.30	0.00	0.00	91.9	61.50
Mar.	15.70	22.10	9.30	0.00	0.00	82.4	65.84
Apr.	15.20	22.60	7.70	0.00	0.00	28.9	58.01
May.	13.60	22.40	4.70	0.00	0.00	1.5	49.29
Jun.	12.00	21.30	2.70	0.00	0.00	4.8	38.92
Jul.	11.70	21.20	2.20	0.00	0.00	1.4	39.14
Aug.	13.00	22.20	3.80	0.00	0.00	7.6	47.57
Sep.	14.60	23.40	5.80	0.00	0.00	10.9	56.38
Oct.	16.10	24.60	7.60	0.00	0.00	20.9	70.91
Nov.	16.70	24.50	8.80	0.00	0.00	54.6	74.13
Dec.	16.30	23.10	9.50	0.00	0.00	108.4	75.52
Year	14.71	22.63	6.75	0.00	0.00	548	710.06

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 381
 Compensated thermicity index.....(Itc): 381
 Simple continentality index.....(Ic): 5.0
 Diurnality index.....(Id): 19.0
 Annual ombrothermic index.....(Io): 3.10
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.12
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.26
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.21
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.70
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.77
 Annual positive temperature.....(Tp): 1765
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 373
 Positive precipitation.....(Pp): 548

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	4	1	2	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL UPPER DRY

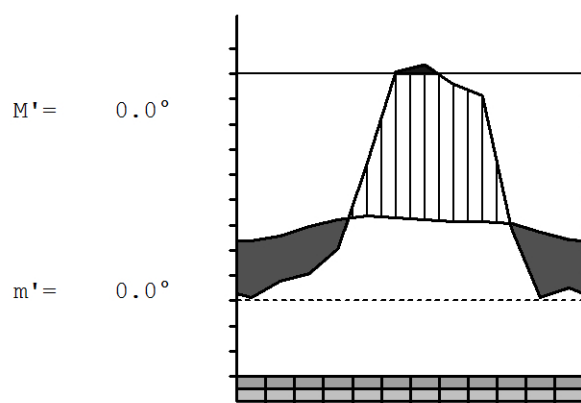
ANZALDO -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3020 m

P= 548 17° 46'S 65° 55'W 25/25 y.

T= 14.7° Ic= 5.0 Tp= 1765 Tn= 0

m= 2.2° M= 21.2° Itc= 381 Io= 3.1



TROPICAL XERIC (DRY)
 UPPER MESOTROPICAL UPPER DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

ARANI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2800 m.

Latitude: 17° 34'S Longitude: 65° 46'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	Epi
Jan.	18.10	25.10	11.20	0.00	0.00	79.7	78.36
Feb.	18.00	25.00	10.90	0.00	0.00	64.6	68.00
Mar.	18.10	25.60	10.50	0.00	0.00	55.3	72.82
Apr.	17.80	26.70	8.90	0.00	0.00	18.3	65.34
May.	16.20	26.70	5.70	0.00	0.00	3.9	55.47
Jun.	14.60	25.60	3.60	0.00	0.00	1.8	43.90
Jul.	14.60	25.30	4.00	0.00	0.00	2.2	45.81
Aug.	15.50	25.60	5.50	0.00	0.00	7.5	52.95
Sep.	17.00	26.00	8.00	0.00	0.00	10.1	62.18
Oct.	18.40	27.00	9.70	0.00	0.00	15.4	77.78
Nov.	19.00	27.30	10.80	0.00	0.00	41.8	81.49
Dec.	18.70	26.20	11.20	0.00	0.00	69.6	83.67
Year	17.17	26.01	8.33	0.00	0.00	370	787.78

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 464
 Compensated thermicity index.....(Itc): 464
 Simple continentality index.....(Ic): 4.4
 Diurnality index.....(Id): 22.0
 Annual ombrothermic index.....(Io): 1.80
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.12
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.14
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.17
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.41
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.47
 Annual positive temperature.....(Tp): 2060
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 454
 Positive precipitation.....(Pp): 370

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	1	4	1	6	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

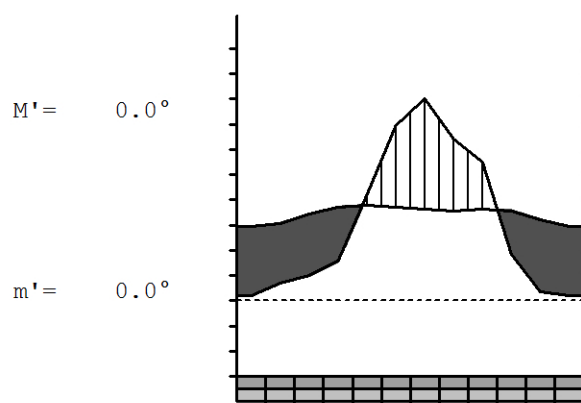
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (SEMIARID)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL UPPER SEMIARID

ARANI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2800 m

P= 370 17° 34'S 65° 46'W 25/25 y.
 T= 17.2° Ic= 4.4 Tp= 2060 Tn= 0
 m= 3.6° M= 25.6° Itc= 464 Io= 1.8



TROPICAL XERIC (SEMIARID)
 LOW MESOTROPICAL UPPER SEMIARID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

BOLIVAR -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3813 m.

Latitude: 17° 49'S Longitude: 66° 28'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	12.50	22.00	3.00	0.00	0.00	126.1	75.41
Feb.	12.80	22.00	3.50	0.00	0.00	106.4	67.55
Mar.	10.00	19.00	1.00	0.00	0.00	68.3	56.86
Apr.	8.80	18.00	-0.50	0.00	0.00	33.1	46.60
May.	6.80	17.50	-4.00	0.00	0.00	4.0	36.61
Jun.	5.00	16.50	-6.50	0.00	0.00	2.0	26.04
Jul.	2.50	14.00	-9.00	0.00	0.00	2.7	14.20
Aug.	8.30	19.00	-2.50	0.00	0.00	5.1	45.48
Sep.	4.80	14.00	-4.50	0.00	0.00	14.4	27.24
Oct.	8.00	15.00	1.00	0.00	0.00	40.6	47.90
Nov.	7.50	14.50	0.50	0.00	0.00	47.3	44.67
Dec.	12.30	23.00	1.50	0.00	0.00	90.0	74.94
Year	8.28	17.88	-1.38	0.00	0.00	540	563.49

BIOTRIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 133
 Compensated thermicity index.....(Itc): 133
 Simple continentality index.....(Ic): 10.3
 Diurnality index.....(Id): 23.0
 Annual ombrothermic index.....(Io): 5.44
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.40
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.63
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.61
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 1.81
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.96
 Annual positive temperature.....(Tp): 993
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 143
 Positive precipitation.....(Pp): 540

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	6	2	1	3	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Subhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBXEROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW OROTROPICAL UPPER SUBHUMID

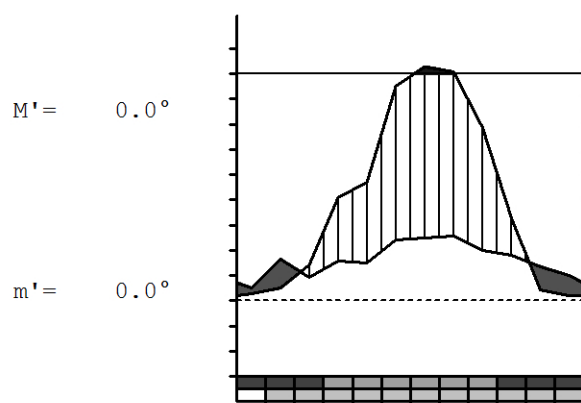
BOLIVAR -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3813 m

P= 540 17° 49'S 66° 28'W 25/25 y.

T= 8.3° Ic= 10.3 Tp= 993 Tn= 0

m= -9.0° M= 14.0° Itc= 133 Io= 5.4



TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBXEROPHYTIC)
 LOW OROTROPICAL UPPER SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

CAJETILLAS (LA PAZ) (BOLIVIA)

Altitude: 900 m.

Latitude: 16° 13'S

Longitude: 67° 18'W

Thermic observation period.....: 1972-1996 (25)

Pluviometric observation period....: 1972-1996 (25)

	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	Epi
JAN	25.7	30.5	20.9	0.0	0.0	152	137
FEB	25.4	30.3	20.4	0.0	0.0	115	116
MAR	25.1	29.8	20.4	0.0	0.0	98	119
APR	25.0	30.6	19.4	0.0	0.0	38	110
MAY	24.9	31.9	17.8	0.0	0.0	17	109
JUN	23.9	32.0	15.7	0.0	0.0	5	90
JUL	23.6	32.4	14.8	0.0	0.0	20	90
AUG	23.6	31.4	15.8	0.0	0.0	49	95
SEP	24.5	32.0	17.0	0.0	0.0	56	105
OCT	25.5	32.0	19.0	0.0	0.0	73	128
NOV	26.0	31.9	20.1	0.0	0.0	80	136
DEC	25.9	31.3	20.5	0.0	0.0	98	142
Annual	24.9	31.3	18.5	0.0	0.0	800	1378

BIOCLIMATIC INDEX AND DIAGNOSIS

Thermicity index	(It):	721
Compensated thermicity index	(Itc):	721
Simple continentality index	(Ic):	2.4
Diurnality index	(Id):	10.8
Annual ombrothermic index	(Io):	2.67
Bimonthly dry ombrothermic index	(Iod2):	0.44
Threemonthly dry ombrothermic index	(Iod3):	0.58
Fourmonthly dry ombrothermic index	(Iod4):	0.82
Annual ombro-evaporation index	(Ioe):	0.58
Annual aridity index	(Iar):	1.7
Annual positive temperature	(Tp):	2991
Annual negative temperature	(Tn):	0
Dry station temperature	(Td):	724
Positive precipitation	(Pp):	800

N° of months	P>4T	P:2T to 4T	P: T to 4T	P>T	T<=0°
	2	6	1	3	0

Continentalty - Latitudinal belt: **Extremely Hyperoceanic - Eutropical**

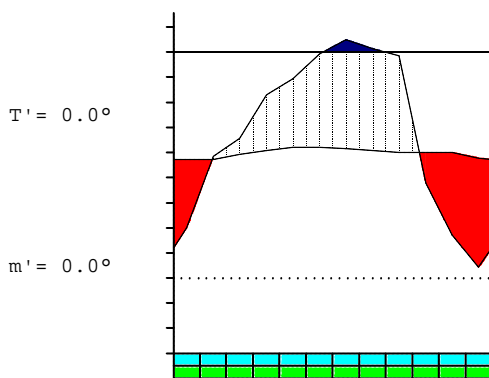
Bioclimate.....: **TROPICAL XERIC**

Bioclimatic belt.....: **LOW THERMOTROPICAL LOW DRY**

CAJETILLAS (LA PAZ) (BOLIVIA)

900 m

P= 799 16° 13'S 67° 18'W 25/25 a
T= 24.9° Ic= 2.4 Tp= 2991 Tn= 0
m= 14.8 M= 32.4 Itc= 721 Io= 2.7



TROPICAL XERIC
LOW THERMOTROPICAL LOW DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

CANDELARIA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3380 m.

Latitude: 17° 16'S Longitude: 65° 55'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	13.10	21.80	4.30	0.00	0.00	198.4	62.80
Feb.	13.20	22.80	3.70	0.00	0.00	187.5	54.99
Mar.	13.70	23.70	3.80	0.00	0.00	148.0	61.75
Apr.	13.30	24.80	1.90	0.00	0.00	42.7	54.95
May.	13.20	28.20	-1.90	0.00	0.00	15.6	54.43
Jun.	12.20	27.50	-3.10	0.00	0.00	14.3	47.24
Jul.	11.70	26.30	-2.90	0.00	0.00	12.6	46.25
Aug.	11.80	25.60	-2.00	0.00	0.00	42.0	49.68
Sep.	12.70	25.10	0.20	0.00	0.00	33.4	53.44
Oct.	12.30	22.90	1.70	0.00	0.00	64.5	55.94
Nov.	11.90	21.90	2.00	0.00	0.00	85.4	53.16
Dec.	12.50	21.80	3.10	0.00	0.00	123.3	59.19
Year	12.63	24.37	0.90	0.00	0.00	968	653.81

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 360
 Compensated thermicity index.....(Itc): 360
 Simple continentality index.....(Ic): 2.0
 Diurnality index.....(Id): 30.6
 Annual ombrothermic index.....(Io): 6.38
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 1.08
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 1.13
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 1.15
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 1.69
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 1.48
 Annual positive temperature.....(Tp): 1516
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 371
 Positive precipitation.....(Pp): 968

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	6	3	3	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentalty.....: Hyperoceanic - High Ultrahyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL LOW HUMID

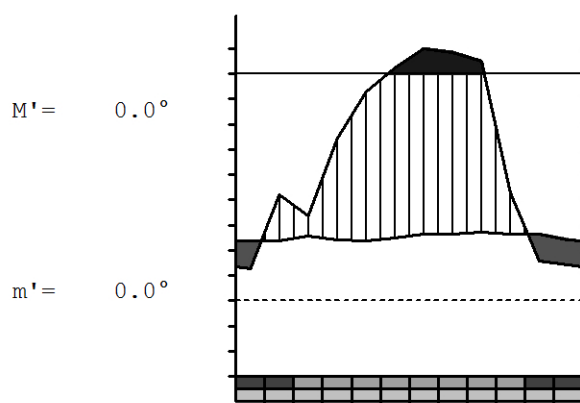
CANDELARIA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3380 m

P= 968 17° 16'S 65° 55'W 25/25 y.

T= 12.6° Ic= 2.0 Tp= 1516 Tn= 0

m= -2.9° M= 26.3° Itc= 360 Io= 6.4



TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)
 UPPER MESOTROPICAL LOW HUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

CAPINOTA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2380 m.

Latitude: 17° 10'S Longitude: 66° 16'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	19.40	28.00	10.90	0.00	0.00	141.5	86.59
Feb.	19.20	27.70	10.80	0.00	0.00	93.6	73.70
Mar.	19.20	28.00	10.30	0.00	0.00	74.1	78.96
Apr.	18.20	28.20	8.20	0.00	0.00	25.0	66.23
May.	15.30	27.10	3.50	0.00	0.00	4.7	48.41
Jun.	13.30	25.60	1.00	0.00	0.00	2.1	36.03
Jul.	13.40	26.10	0.70	0.00	0.00	1.6	37.70
Aug.	15.60	27.90	3.20	0.00	0.00	8.4	52.72
Sep.	17.90	29.30	6.40	0.00	0.00	14.3	66.26
Oct.	19.70	30.30	9.20	0.00	0.00	27.6	85.87
Nov.	20.50	30.40	10.60	0.00	0.00	71.1	91.42
Dec.	19.90	29.10	10.70	0.00	0.00	120.8	90.66
Year	17.63	28.14	7.13	0.00	0.00	585	814.55

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 442
 Compensated thermicity index.....(Itc): 442
 Simple continentality index.....(Ic): 7.2
 Diurnality index.....(Id): 25.4
 Annual ombrothermic index.....(Io): 2.76
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.12
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.14
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.20
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.55
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.72
 Annual positive temperature.....(Tp): 2116
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 420
 Positive precipitation.....(Pp): 585

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	3	2	2	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Euhyperoceanic

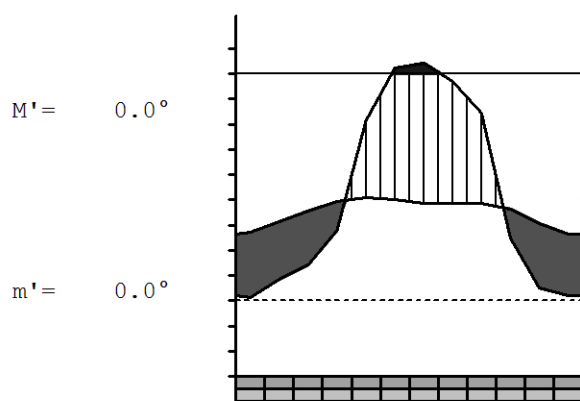
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL LOW DRY

CAPINOTA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2380 m

P= 585 17° 10'S 66° 16'W 25/25 y.
 T= 17.6° Ic= 7.2 Tp= 2116 Tn= 0
 m= 1.0° M= 25.6° Itc= 442 Io= 2.8



TROPICAL XERIC (DRY)
 LOW MESOTROPICAL LOW DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

CHIMBOCO -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2690 m.

Latitude: 17° 19'S Longitude: 66° 4'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	17.60	24.50	10.70	0.00	0.00	120.5	81.16
Feb.	17.30	24.60	10.10	0.00	0.00	74.9	68.55
Mar.	16.70	23.90	9.50	0.00	0.00	63.6	69.56
Apr.	15.90	25.40	6.40	0.00	0.00	17.9	59.58
May.	14.00	25.60	2.40	0.00	0.00	6.1	48.99
Jun.	12.30	24.40	0.20	0.00	0.00	1.7	38.48
Jul.	12.00	23.80	0.20	0.00	0.00	2.1	38.24
Aug.	13.10	23.30	3.00	0.00	0.00	6.3	46.50
Sep.	14.70	23.90	5.50	0.00	0.00	11.5	54.44
Oct.	16.30	24.70	8.00	0.00	0.00	14.1	69.56
Nov.	17.20	25.10	9.30	0.00	0.00	37.9	74.87
Dec.	17.70	25.00	10.40	0.00	0.00	73.3	81.87
Year	15.40	24.52	6.31	0.00	0.00	430	731.79

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 394
 Compensated thermicity index.....(Itc): 394
 Simple continentality index.....(Ic): 5.7
 Diurnality index.....(Id): 24.2
 Annual ombrothermic index.....(Io): 2.33
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.14
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.16
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.26
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.51
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.59
 Annual positive temperature.....(Tp): 1848
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 383
 Positive precipitation.....(Pp): 430

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	3	2	1	6	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

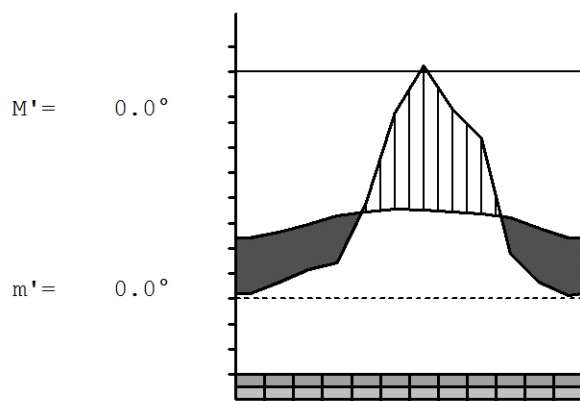
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL LOW DRY

CHIMBOCO -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2690 m

P= 430 17° 19'S 66° 4'W 25/25 y.
 T= 15.4° Ic= 5.7 Tp= 1848 Tn= 0
 m= 0.2° M= 23.8° Itc= 394 Io= 2.3



TROPICAL XERIC (DRY)
 UPPER MESOTROPICAL LOW DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

CHIPIRRI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 263 m.

Latitude: 16° 52'S Longitude: 65° 24'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	26.90	31.80	21.90	0.00	0.00	853.9	156.73
Feb.	26.70	31.90	21.60	0.00	0.00	801.3	134.36
Mar.	26.90	32.10	21.70	0.00	0.00	612.0	145.64
Apr.	25.40	30.50	20.30	0.00	0.00	428.2	114.08
May.	23.70	28.80	18.50	0.00	0.00	262.9	90.87
Jun.	22.00	27.40	16.50	0.00	0.00	181.8	68.23
Jul.	22.00	27.70	16.30	0.00	0.00	121.7	70.43
Aug.	23.30	29.90	16.70	0.00	0.00	122.6	90.36
Sep.	24.20	30.50	17.80	0.00	0.00	229.3	100.33
Oct.	26.30	31.90	20.60	0.00	0.00	360.3	143.72
Nov.	26.80	32.40	21.20	0.00	0.00	509.9	148.93
Dec.	27.00	32.10	21.80	0.00	0.00	690.1	157.64
Year	25.10	30.58	19.58	0.00	0.00	5174	1421.3

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 690
 Compensated thermicity index.....(Itc): 690
 Simple continentality index.....(Ic): 5.0
 Diurnality index.....(Id): 13.2
 Annual ombrothermic index.....(Io): 17.18
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 5.53
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 5.39
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 6.33
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 7.57
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 3.64
 Annual positive temperature.....(Tp): 3012
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 673
 Positive precipitation.....(Pp): 5174

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	12	0	0	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

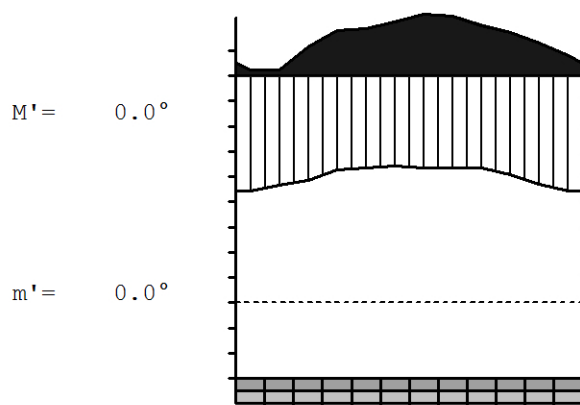
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW THERMOTROPICAL LOW HYPERHUMID

CHIPIRRI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

411 m

P= 5174 16° 52'S 65° 24'W 25/25 y.
 T= 25.1° Ic= 5.0 Tp= 3012 Tn= 0
 m= 16.5° M= 27.4° Itc= 690 Io= 17.2



TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)
 LOW THERMOTROPICAL LOW HYPERHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

CHOROCONA (LA PAZ) (BOLIVIA)

Altitude: 2600 m.

Latitude: 16° 55'S

Longitude: 67° 10'W

Thermic observation period.....: 1972-1996 (25)

Pluviometric observation period.....: 1972-1996 (25)

	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	Epi
JAN	16.5	23.7	9.4	0.0	0.0	177	74
FEB	16.3	23.4	9.2	0.0	0.0	144	63
MAR	16.3	23.7	9.0	0.0	0.0	116	67
APR	15.8	23.6	8.0	0.0	0.0	57	59
MAY	14.8	23.4	6.2	0.0	0.0	34	53
JUN	13.3	22.1	4.6	0.0	0.0	24	43
JUL	13.1	21.8	4.4	0.0	0.0	26	44
AUG	14.2	22.7	5.7	0.0	0.0	73	53
SEP	14.9	22.8	6.9	0.0	0.0	84	56
OCT	16.1	24.2	8.1	0.0	0.0	83	68
NOV	16.8	24.7	8.8	0.0	0.0	88	72
DEC	16.9	24.7	9.2	0.0	0.0	132	76
Annual	15.4	23.4	7.5	0.0	0.0	1039	729

BIOCLIMATIC INDEX AND DIAGNOSIS

Thermicity index	(It):	416
Compensated thermicity index	(Itc):	416
Simple continentality index	(Ic):	3.8
Diurnality index	(Id):	15.5
Annual ombrothermic index	(Io):	5.62
Bimonthly dry ombrothermic index	(Iod2):	1.91
Threemonthly dry ombrothermic index	(Iod3):	2.62
Fourmonthly dry ombrothermic index	(Iod4):	3.84
Annual ombro-evaporation index	(Ioe):	1.43
Annual aridity index	(Iar):	0.7
Annual positive temperature	(Tp):	1850
Annual negative temperature	(Tn):	0
Dry station temperature	(Td):	439
Positive precipitation	(Pp):	1039

N° of months	P>4T	P:2T to 4T	P: T to 4T	P>T	T<=0°
	8	2	2	0	0

Continentalty - Latitudinal belt: **Extremely Hyperoceanic - Eutropical**

Bioclimate.....: **TROPICAL PLUVISEASONAL**

Bioclimatic belt.....: **LOW MESOTROPICAL UPPER SUBHUMID**

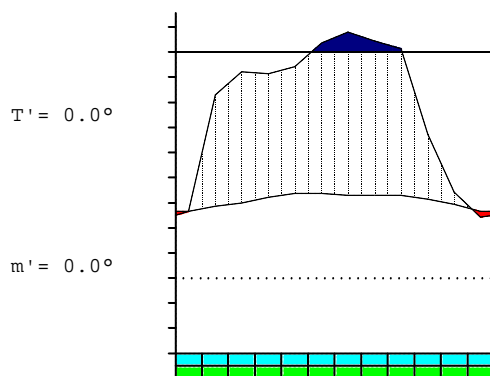
CHOROCONA (LA PAZ) (BOLIVIA)

2600 m

P= 1039 16° 55'S 67° 10'W 25/25 a

T= 15.4° Ic= 3.8 Tp= 1850 Tn= 0

m= 4.4 M= 21.8 Itc= 416 Io= 5.6



TROPICAL PLUVISEASONAL

LOW MESOTROPICAL UPPER SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

COCHABAMBA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2570 m.

Latitude: 17° 22'S Longitude: 66° 10'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	Epi
Jan.	18.70	25.20	12.20	0.00	0.00	121.8	82.40
Feb.	18.80	25.70	11.90	0.00	0.00	76.8	72.14
Mar.	18.50	25.80	11.20	0.00	0.00	71.8	75.14
Apr.	17.90	26.90	8.80	0.00	0.00	19.6	65.50
May.	15.50	26.70	4.30	0.00	0.00	2.3	50.86
Jun.	13.40	25.20	1.70	0.00	0.00	2.1	37.75
Jul.	13.50	25.10	1.80	0.00	0.00	1.8	39.48
Aug.	15.30	26.00	4.50	0.00	0.00	4.4	52.27
Sep.	17.20	27.00	7.50	0.00	0.00	8.4	62.95
Oct.	19.20	28.20	10.30	0.00	0.00	18.8	83.26
Nov.	19.80	28.00	11.60	0.00	0.00	41.6	87.08
Dec.	19.50	26.60	12.40	0.00	0.00	81.6	88.70
Year	17.27	26.37	8.18	0.00	0.00	451	797.53

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 442
 Compensated thermicity index.....(Itc): 442
 Simple continentality index.....(Ic): 6.4
 Diurnality index.....(Id): 23.5
 Annual ombrothermic index.....(Io): 2.18
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.13
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.14
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.15
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.43
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.57
 Annual positive temperature.....(Tp): 2073
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 424
 Positive precipitation.....(Pp): 451

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	3	2	1	6	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Euhyperoceanic

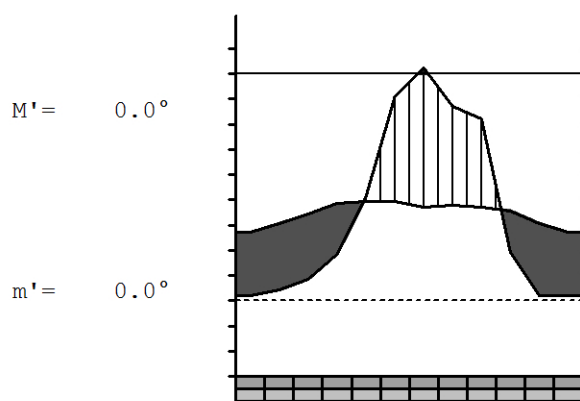
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL LOW DRY

COCHABAMBA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2570 m

P= 451 17° 22'S 66° 10'W 25/25 y.
 T= 17.3° Ic= 6.4 Tp= 2073 Tn= 0
 m= 1.7° M= 25.2° Itc= 442 Io= 2.2



TROPICAL XERIC (DRY)
 LOW MESOTROPICAL LOW DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

INDEPENDENCIA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2778 m.

Latitude: 17° 4'S Longitude: 66° 49'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	14.70	21.10	8.20	0.00	0.00	199.0	66.72
Feb.	14.90	20.30	9.40	0.00	0.00	160.0	58.97
Mar.	15.00	20.90	9.10	0.00	0.00	111.0	63.78
Apr.	14.50	20.90	8.00	0.00	0.00	44.6	56.18
May.	13.40	21.10	5.70	0.00	0.00	12.1	50.29
Jun.	12.50	20.30	4.80	0.00	0.00	11.6	43.73
Jul.	12.50	20.40	4.70	0.00	0.00	13.3	45.14
Aug.	12.80	20.40	5.10	0.00	0.00	32.7	49.59
Sep.	13.60	20.80	6.40	0.00	0.00	39.3	52.94
Oct.	14.40	22.00	6.80	0.00	0.00	49.3	62.52
Nov.	16.10	24.50	7.70	0.00	0.00	92.8	72.46
Dec.	15.20	21.70	8.10	0.00	0.00	128.4	69.93
Year	14.13	21.20	7.00	0.00	0.00	894	692.29

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 392
 Compensated thermicity index.....(Itc): 392
 Simple continentality index.....(Ic): 3.6
 Diurnality index.....(Id): 16.8
 Annual ombrothermic index.....(Io): 5.27
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.93
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.92
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.96
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 1.54
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 1.29
 Annual positive temperature.....(Tp): 1696
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 384
 Positive precipitation.....(Pp): 894

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	5	4	1	2	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentalty.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

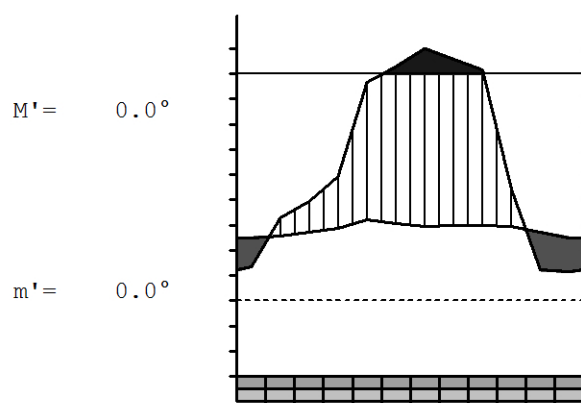
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL UPPER SUBHUMID

INDEPENDENCIA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2778 m

P= 894 17° 4'S 66° 49'W 25/25 y.
 T= 14.1° Ic= 3.6 Tp= 1696 Tn= 0
 m= 4.8° M= 20.3° Itc= 392 Io= 5.3



TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)
 UPPER MESOTROPICAL UPPER SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

IVIRGARZAMA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 226 m.

Latitude: 17° 1'S Longitude: 64° 51'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	26.10	31.20	20.90	0.00	0.00	674.0	146.46
Feb.	26.10	31.30	20.80	0.00	0.00	463.9	127.01
Mar.	25.80	31.20	20.40	0.00	0.00	431.9	131.42
Apr.	25.00	30.90	19.00	0.00	0.00	190.4	110.39
May.	23.40	29.20	17.50	0.00	0.00	179.2	90.40
Jun.	20.30	25.50	15.00	0.00	0.00	110.2	56.42
Jul.	21.30	27.50	15.10	0.00	0.00	92.5	67.35
Aug.	22.70	29.80	15.60	0.00	0.00	114.5	86.73
Sep.	22.10	29.20	15.00	0.00	0.00	177.7	78.42
Oct.	25.20	32.30	18.10	0.00	0.00	240.6	127.06
Nov.	25.70	32.10	19.30	0.00	0.00	311.7	133.60
Dec.	26.10	32.60	19.50	0.00	0.00	387.8	146.46
Year	24.15	30.23	18.02	0.00	0.00	3374	1301.7

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 647
 Compensated thermicity index.....(Itc): 647
 Simple continentality index.....(Ic): 5.8
 Diurnality index.....(Id): 14.2
 Annual ombrothermic index.....(Io): 11.64
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 4.34
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 4.87
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 4.93
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 5.66
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 2.59
 Annual positive temperature.....(Tp): 2898
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 643
 Positive precipitation.....(Pp): 3374

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	12	0	0	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

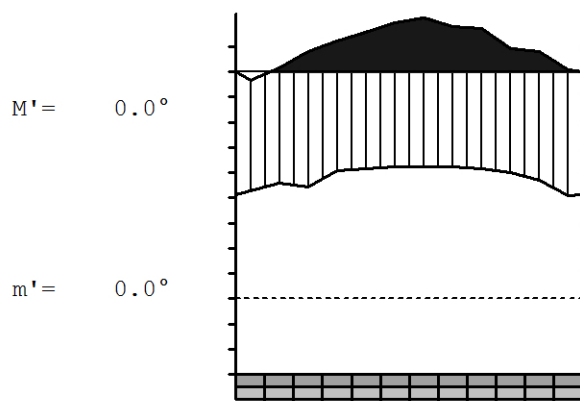
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW THERMOTROPICAL UPPER HUMID

IVIRGARZAMA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

266 m

P= 3374 17° 1'S 64° 51'W 25/25 y.
 T= 24.2° Ic= 5.8 Tp= 2898 Tn= 0
 m= 15.0° M= 25.5° Itc= 647 Io= 11.6



TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)
 LOW THERMOTROPICAL UPPER HUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

IVIRIZU-SEHUENC. -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2020 m.

Latitude: 17° 30'S Longitude: 65° 16'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	18.20	25.10	11.30	0.00	0.00	605.0	72.16
Feb.	18.50	25.90	11.20	0.00	0.00	398.7	65.31
Mar.	18.90	26.80	11.00	0.00	0.00	400.4	72.27
Apr.	18.40	25.70	11.10	0.00	0.00	227.0	63.30
May.	19.50	27.90	11.10	0.00	0.00	176.0	71.04
Jun.	17.80	25.80	9.80	0.00	0.00	151.4	56.21
Jul.	18.60	26.20	11.00	0.00	0.00	133.2	64.01
Aug.	18.80	27.20	10.40	0.00	0.00	159.4	68.11
Sep.	19.20	27.50	11.00	0.00	0.00	238.9	71.02
Oct.	19.90	28.90	10.80	0.00	0.00	407.0	83.12
Nov.	20.40	29.60	11.20	0.00	0.00	382.8	86.52
Dec.	19.90	28.70	11.10	0.00	0.00	475.5	86.93
Year	19.01	27.11	10.92	0.00	0.00	3755	859.98

BIOTROPIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It):	546
Compensated thermicity index.....(Itc):	546
Simple continentality index.....(Ic):	2.6
Diurnality index.....(Id):	18.4
Annual ombrothermic index.....(Io):	16.46
Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1):	7.16
Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2):	7.82
Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3):	8.04
Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4):	8.30
Annual ombro-evaporation index.....(Ioe):	4.37
Annual positive temperature.....(Tp):	2281
Annual negative temperature.....(Tn):	0
Dry station temperature.....(Td):	552
Positive precipitation.....(Pp):	3755

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	12	0	0	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER THERMOTROPICAL LOW HYPERHUMID

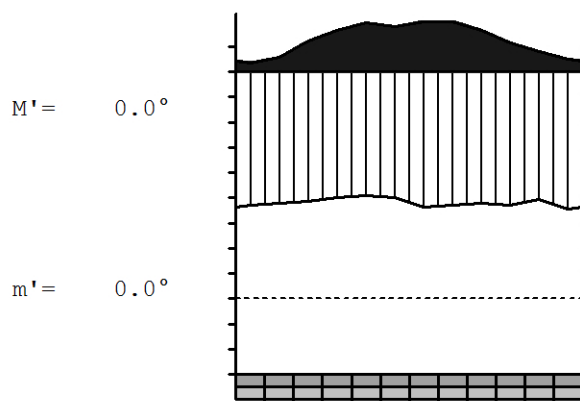
IVIRIZU-SEHUENC. -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2020 m

P= 3755 17° 30'S 65° 16'W 25/25 y.

T= 19.0° Ic= 2.6 Tp= 2281 Tn= 0

m= 9.8° M= 25.8° Itc= 546 Io= 16.5



TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)
UPPER THERMOTROPICAL LOW HYPERHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

LA ASUNTA (LA PAZ) (BOLIVIA)

Altitude: 754 m.

Latitude: 16° 6'S Longitude: 67° 12'W
Thermic observation period.....: 1972-1996 (25)
Pluviometric observation period....: 1972-1996 (25)

	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	Epi
JAN	24.8	27.8	21.9	0.0	0.0	202	125
FEB	24.7	27.9	21.5	0.0	0.0	204	108
MAR	24.7	28.0	21.4	0.0	0.0	139	115
APR	24.3	28.3	20.4	0.0	0.0	47	103
MAY	23.5	28.3	18.8	0.0	0.0	21	93
JUN	22.6	28.4	16.7	0.0	0.0	13	78
JUL	21.9	28.0	15.8	0.0	0.0	35	74
AUG	23.4	30.0	16.8	0.0	0.0	69	95
SEP	23.8	29.6	18.0	0.0	0.0	124	98
OCT	24.3	28.6	20.0	0.0	0.0	121	112
NOV	25.5	29.8	21.1	0.0	0.0	111	129
DEC	25.5	29.3	21.6	0.0	0.0	187	137
Annual	24.1	28.7	19.5	0.0	0.0	1273	1268

BIOCLIMATIC INDEX AND DIAGNOSIS

Thermicity index _____ (It): 678
Compensated thermicity index _____ (Itc): 678
Simple continentality index _____ (Ic): 3.6
Diurnality index _____ (Id): 7.7
Annual ombrothermic index _____ (Io): 4.41
Bimonthly dry ombrothermic index _____ (Iod2): 0.74
Threemonthly dry ombrothermic index _____ (Iod3): 1.02
Fourmonthly dry ombrothermic index _____ (Iod4): 1.26
Annual ombro-evaporation index _____ (Ioe): 1.00
Annual aridity index _____ (Iar): 1.0
Annual positive temperature _____ (Tp): 2890
Annual negative temperature _____ (Tn): 0
Dry station temperature _____ (Td): 680
Positive precipitation _____ (Pp): 1273

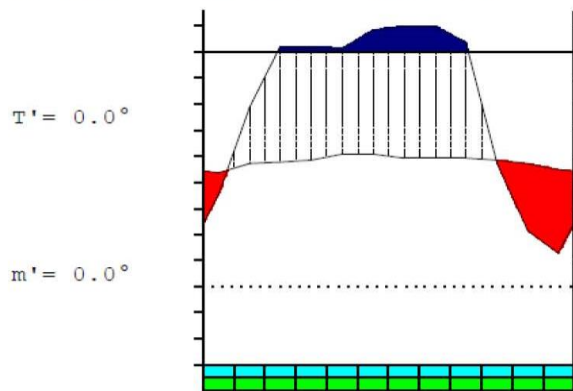
N° of months	P>4T	P:2T to 4T	P: T to 4T	P>T	T≤0°
	7	1	2	2	0

Continentalty - Latitudinal belt: **Extremely Hyperoceanic - Eutropical**
Bioclimate.....: **TROPICAL PLUVISEASONAL**
Bioclimatic belt.....: **LOW THERMOTROPICAL LOW SUBHUMID**

LA ASUNTA (LA PAZ) (BOLIVIA)

390 m

P= 1273 16° 6'S 67° 12'W 25/25 a
T= 24.1° Ic= 3.6 Tp= 2890 Tn= 0
m= 15.8 M= 28.0 Itc= 678 Io= 4.4



TROPICAL PLUVISEASONAL
LOW THERMOTROPICAL LOW SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

LA JOTA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 254 m.

Latitude: 16° 58'S Longitude: 65° 9'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	26.40	30.60	22.30	0.00	0.00	799.5	151.22
Feb.	26.50	30.70	22.30	0.00	0.00	674.5	132.73
Mar.	26.40	30.90	22.00	0.00	0.00	542.5	140.52
Apr.	25.20	29.30	21.00	0.00	0.00	400.5	111.97
May.	23.80	28.20	19.30	0.00	0.00	320.6	93.37
Jun.	21.60	25.80	17.40	0.00	0.00	178.8	65.77
Jul.	21.50	26.40	16.60	0.00	0.00	151.6	66.90
Aug.	22.70	28.10	17.30	0.00	0.00	127.2	84.48
Sep.	23.90	29.40	18.50	0.00	0.00	209.8	97.55
Oct.	25.80	31.00	20.60	0.00	0.00	232.3	135.59
Nov.	26.30	31.40	21.30	0.00	0.00	581.8	142.80
Dec.	26.70	31.30	22.10	0.00	0.00	667.9	154.93
Year	24.73	29.42	20.06	0.00	0.00	4887	1377.8

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 677
 Compensated thermicity index.....(Itc): 677
 Simple continentality index.....(Ic): 5.2
 Diurnality index.....(Id): 10.9
 Annual ombrothermic index.....(Io): 16.47
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 5.60
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 6.31
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 6.95
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 8.69
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 3.55
 Annual positive temperature.....(Tp): 2968
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 658
 Positive precipitation.....(Pp): 4887

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	12	0	0	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW THERMOTROPICAL LOW HYPERHUMID

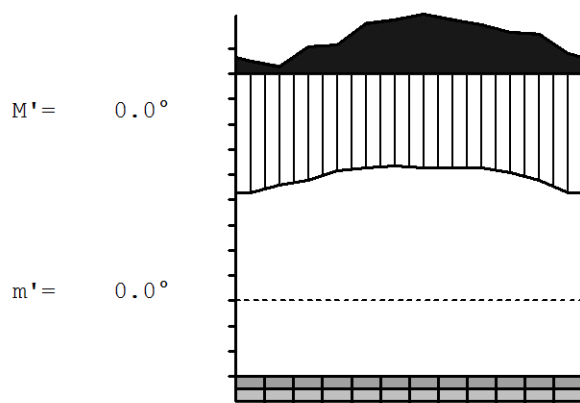
LA JOTA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

352 m

P= 4887 16° 58'S 65° 9'W 25/25 y.

T= 24.7° Ic= 5.2 Tp= 2968 Tn= 0

m= 16.6° M= 26.4° Itc= 677 Io= 16.5



TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)
 LOW THERMOTROPICAL LOW HYPERHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

LOCOTAL -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 1700 m.

Latitude: 17° 10'S Longitude: 65° 48'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	21.80	28.90	14.80	0.00	0.00	464.7	99.36
Feb.	21.30	27.80	14.70	0.00	0.00	410.4	81.89
Mar.	21.00	26.90	15.00	0.00	0.00	373.9	85.04
Apr.	20.60	26.10	15.00	0.00	0.00	173.9	75.31
May.	18.80	25.50	12.10	0.00	0.00	65.7	61.61
Jun.	18.80	25.80	11.80	0.00	0.00	37.6	59.07
Jul.	19.70	27.60	11.80	0.00	0.00	46.0	67.57
Aug.	20.00	27.60	12.50	0.00	0.00	87.1	74.22
Sep.	20.40	28.00	12.70	0.00	0.00	138.8	76.00
Oct.	20.30	28.40	12.20	0.00	0.00	215.9	81.95
Nov.	20.20	26.30	14.10	0.00	0.00	253.5	80.32
Dec.	21.00	28.20	13.80	0.00	0.00	348.8	91.52
Year	20.32	27.26	13.38	0.00	0.00	2616	933.84

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 579
 Compensated thermicity index.....(Itc): 579
 Simple continentality index.....(Ic): 3.0
 Diurnality index.....(Id): 16.2
 Annual ombrothermic index.....(Io): 10.73
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 2.00
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 2.17
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 2.61
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 4.15
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 2.80
 Annual positive temperature.....(Tp): 2439
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 573
 Positive precipitation.....(Pp): 2616

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	9	2	1	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (MESOPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER THERMOTROPICAL UPPER HUMID

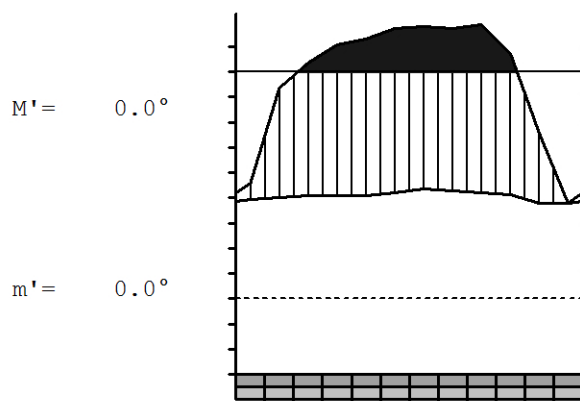
LOCOTAL -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

1700 m

P= 2616 17° 10'S 65° 48'W 25/25 y.

T= 20.3° Ic= 3.0 Tp= 2439 Tn= 0

m= 12.1° M= 25.5° Itc= 579 Io= 10.7



TROPICAL PLUVISEASONAL (MESOPHYTIC)
 UPPER THERMOTROPICAL UPPER HUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

MISICUNI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3785 m.

Latitude: 17° 10'S Longitude: 66° 19'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	8.50	13.50	3.40	0.00	0.00	137.7	59.78
Feb.	8.50	13.60	3.40	0.00	0.00	95.8	51.85
Mar.	8.30	14.10	2.50	0.00	0.00	83.2	54.47
Apr.	7.10	14.40	-0.20	0.00	0.00	26.1	44.25
May.	5.40	15.10	-4.20	0.00	0.00	10.1	35.31
Jun.	3.80	14.30	-6.60	0.00	0.00	8.8	25.35
Jul.	5.10	14.30	-4.10	0.00	0.00	8.3	33.34
Aug.	4.40	14.00	-5.10	0.00	0.00	28.4	31.37
Sep.	5.90	13.80	-1.90	0.00	0.00	30.2	39.16
Oct.	7.90	15.50	0.30	0.00	0.00	40.4	54.29
Nov.	8.80	15.10	2.40	0.00	0.00	64.5	58.79
Dec.	8.70	14.30	3.20	0.00	0.00	97.9	60.94
Year	6.87	14.33	-0.57	0.00	0.00	631	548.90

BIOTRIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 146
 Compensated thermicity index.....(Itc): 146
 Simple continentality index.....(Ic): 5.0
 Diurnality index.....(Id): 20.9
 Annual ombrothermic index.....(Io): 7.66
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 1.63
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 1.92
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 1.90
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 2.49
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 1.15
 Annual positive temperature.....(Tp): 824
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 143
 Positive precipitation.....(Pp): 631

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	8	2	2	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (MESOPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW OROTROPICAL LOW HUMID

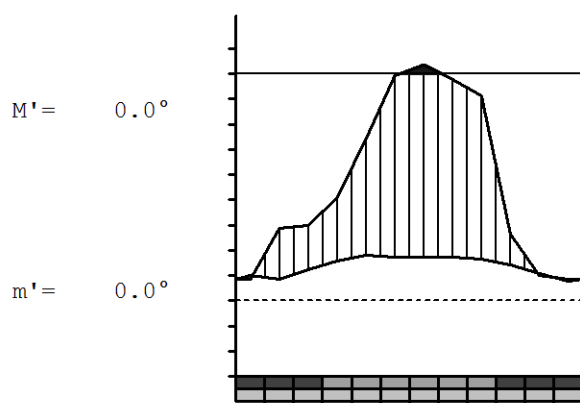
MISICUNI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3726 m

P= 631 17° 10'S 66° 19'W 25/25 y.

T= 6.9° Ic= 5.0 Tp= 824 Tn= 0

m= -6.6° M= 14.3° Itc= 146 Io= 7.7



TROPICAL PLUVISEASONAL (MESOPHYTIC)
 LOW OROTROPICAL LOW HUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

MIZQUE -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2025 m.

Latitude: 17° 55'S Longitude: 65° 21'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	19.20	26.40	12.10	0.00	0.00	135.6	85.15
Feb.	19.10	26.30	11.80	0.00	0.00	97.4	73.91
Mar.	18.90	26.40	11.30	0.00	0.00	74.9	76.91
Apr.	18.00	26.70	9.30	0.00	0.00	21.1	65.08
May.	16.40	26.50	6.20	0.00	0.00	2.6	55.04
Jun.	14.30	25.80	2.70	0.00	0.00	0.6	40.79
Jul.	14.20	25.80	2.50	0.00	0.00	3.4	42.03
Aug.	15.50	26.30	4.60	0.00	0.00	6.7	51.26
Sep.	17.20	27.00	7.40	0.00	0.00	12.8	61.82
Oct.	18.90	28.20	9.70	0.00	0.00	33.9	79.84
Nov.	20.10	28.40	11.70	0.00	0.00	64.5	88.38
Dec.	19.60	27.40	11.90	0.00	0.00	103.3	89.16
Year	17.62	26.77	8.43	0.00	0.00	557	809.37

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 459
 Compensated thermicity index.....(Itc): 459
 Simple continentality index.....(Ic): 5.9
 Diurnality index.....(Id): 23.3
 Annual ombrothermic index.....(Io): 2.63
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.04
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.10
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.15
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.44
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.69
 Annual positive temperature.....(Tp): 2114
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 449
 Positive precipitation.....(Pp): 557

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	3	2	2	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentalty.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

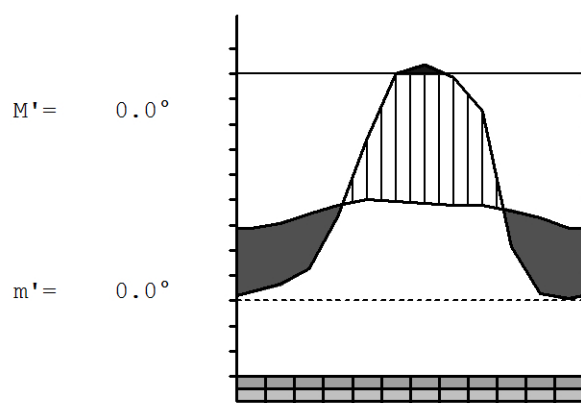
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL LOW DRY

MIZQUE -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2025 m

P= 557 17° 55'S 65° 21'W 25/25 y.
 T= 17.6° Ic= 5.9 Tp= 2114 Tn= 0
 m= 2.5° M= 25.8° Itc= 459 Io= 2.6



TROPICAL XERIC (DRY)
 LOW MESOTROPICAL LOW DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

MONTE PUNCO -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3411 m.

Latitude: 17° 34'S Longitude: 65° 18'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	14.10	18.90	9.30	0.00	0.00	147.9	69.03
Feb.	13.80	18.70	8.90	0.00	0.00	103.4	58.86
Mar.	13.50	18.50	8.60	0.00	0.00	89.7	60.72
Apr.	12.70	17.90	7.50	0.00	0.00	37.2	51.94
May.	11.60	17.90	5.20	0.00	0.00	9.0	46.34
Jun.	10.60	17.60	3.60	0.00	0.00	7.9	39.23
Jul.	10.20	16.30	4.00	0.00	0.00	6.6	39.00
Aug.	11.10	17.00	5.30	0.00	0.00	28.1	45.19
Sep.	12.40	17.80	7.00	0.00	0.00	18.5	51.96
Oct.	13.10	18.20	8.00	0.00	0.00	33.5	60.69
Nov.	13.70	18.80	8.70	0.00	0.00	66.0	63.62
Dec.	14.10	19.30	9.00	0.00	0.00	101.2	69.64
Year	12.58	18.08	7.09	0.00	0.00	649	656.21

BIOTRIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 329
 Compensated thermicity index.....(Itc): 329
 Simple continentality index.....(Ic): 3.9
 Diurnality index.....(Id): 14.0
 Annual ombrothermic index.....(Io): 4.30
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.65
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.70
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.73
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 1.35
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.99
 Annual positive temperature.....(Tp): 1509
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 324
 Positive precipitation.....(Pp): 649

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	5	3	1	3	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL LOW SUBHUMID

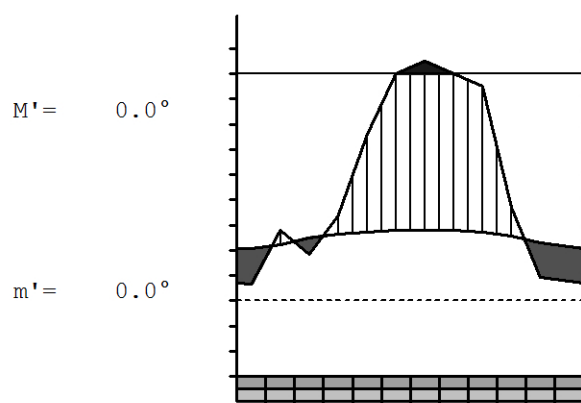
MONTE PUNCO -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3411 m

P= 649 17° 34'S 65° 18'W 25/25 y.

T= 12.6° Ic= 3.9 Tp= 1509 Tn= 0

m= 4.0° M= 16.3° Itc= 329 Io= 4.3



TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)
 UPPER MESOTROPICAL LOW SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

MOROCHATA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3000 m.

Latitude: 17° 13'S Longitude: 66° 31'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	13.60	20.60	6.60	0.00	0.00	189.4	64.24
Feb.	13.70	20.60	6.90	0.00	0.00	164.7	56.24
Mar.	13.50	20.80	6.20	0.00	0.00	103.7	59.12
Apr.	13.70	21.90	5.60	0.00	0.00	71.5	55.67
May.	12.30	20.90	3.70	0.00	0.00	12.6	48.39
Jun.	11.10	20.20	1.90	0.00	0.00	12.7	40.60
Jul.	11.40	20.50	2.30	0.00	0.00	6.2	43.39
Aug.	11.90	20.50	3.30	0.00	0.00	22.1	48.75
Sep.	12.90	20.70	5.10	0.00	0.00	25.8	53.07
Oct.	14.10	22.20	6.00	0.00	0.00	25.7	64.94
Nov.	14.20	21.80	6.60	0.00	0.00	42.3	64.94
Dec.	13.90	21.10	6.60	0.00	0.00	132.6	66.08
Year	13.03	20.98	5.07	0.00	0.00	809	665.43

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 351
 Compensated thermicity index.....(Itc): 351
 Simple continentality index.....(Ic): 3.1
 Diurnality index.....(Id): 18.3
 Annual ombrothermic index.....(Io): 5.18
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.54
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.84
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.91
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 2.12
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 1.22
 Annual positive temperature.....(Tp): 1563
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 348
 Positive precipitation.....(Pp): 809

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	5	1	5	1	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

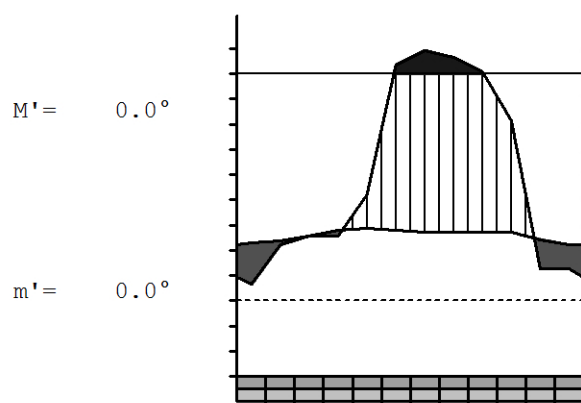
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL UPPER SUBHUMID

MOROCHATA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3000 m

P= 809 17° 13'S 66° 31'W 25/25 y.
 T= 13.0° Ic= 3.1 Tp= 1563 Tn= 0
 m= 1.9° M= 20.2° Itc= 351 Io= 5.2



TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)
 UPPER MESOTROPICAL UPPER SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

PAIRUMANI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2584 m.

Latitude: 17° 21'S Longitude: 66° 19'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	19.10	25.20	13.10	0.00	0.00	178.0	82.94
Feb.	19.10	25.50	12.70	0.00	0.00	112.7	71.93
Mar.	18.20	24.80	11.70	0.00	0.00	110.1	70.48
Apr.	18.30	26.70	9.90	0.00	0.00	37.2	65.78
May.	16.80	26.90	6.70	0.00	0.00	3.3	56.14
Jun.	15.00	26.10	3.90	0.00	0.00	2.9	43.64
Jul.	15.20	26.10	4.30	0.00	0.00	2.8	46.16
Aug.	16.70	26.60	6.80	0.00	0.00	8.6	58.39
Sep.	18.40	27.50	9.40	0.00	0.00	12.5	68.50
Oct.	19.50	28.20	10.90	0.00	0.00	28.1	83.14
Nov.	19.70	27.30	12.00	0.00	0.00	73.3	83.95
Dec.	20.30	26.80	13.70	0.00	0.00	122.9	92.85
Year	18.02	26.47	9.59	0.00	0.00	692	823.90

BIOTRIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 480
 Compensated thermicity index.....(Itc): 480
 Simple continentality index.....(Ic): 5.3
 Diurnality index.....(Id): 22.2
 Annual ombrothermic index.....(Io): 3.20
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.18
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.19
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.19
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.71
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.84
 Annual positive temperature.....(Tp): 2163
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 470
 Positive precipitation.....(Pp): 692

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	4	2	1	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

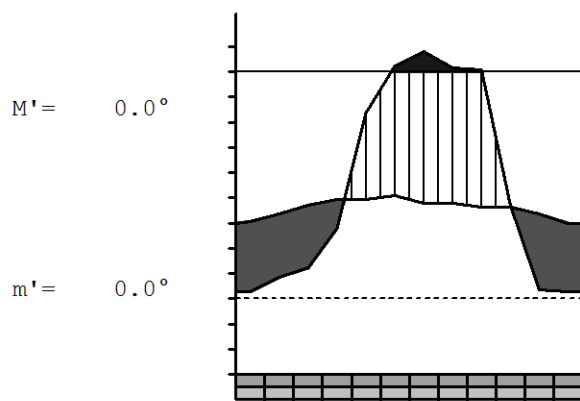
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL UPPER DRY

PAIRUMANI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2584 m

P= 692 17° 21'S 66° 19'W 25/25 y.
 T= 18.0° Ic= 5.3 Tp= 2163 Tn= 0
 m= 3.9° M= 26.1° Itc= 480 Io= 3.2



TROPICAL XERIC (DRY)
 LOW MESOTROPICAL UPPER DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

POCONA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2650 m.

Latitude: 17° 40'S Longitude: 65° 24'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	16.50	22.40	10.70	0.00	0.00	217.3	74.72
Feb.	16.50	22.50	10.50	0.00	0.00	141.9	65.46
Mar.	16.00	21.80	10.30	0.00	0.00	135.0	66.28
Apr.	15.30	21.70	8.90	0.00	0.00	42.6	57.25
May.	13.90	21.50	6.40	0.00	0.00	14.1	49.55
Jun.	13.70	21.30	6.00	0.00	0.00	8.5	45.98
Jul.	12.90	20.00	5.90	0.00	0.00	3.5	43.83
Aug.	13.30	20.50	6.00	0.00	0.00	7.7	47.80
Sep.	14.50	22.00	7.00	0.00	0.00	14.8	54.44
Oct.	15.50	22.40	8.60	0.00	0.00	39.0	65.60
Nov.	16.80	23.40	10.20	0.00	0.00	84.3	73.37
Dec.	16.50	22.30	10.60	0.00	0.00	125.8	75.38
Year	15.12	21.82	8.43	0.00	0.00	834	719.65

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 410
 Compensated thermicity index.....(Itc): 410
 Simple continentality index.....(Ic): 3.9
 Diurnality index.....(Id): 15.3
 Annual ombrothermic index.....(Io): 4.60
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.27
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.43
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.49
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.63
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 1.16
 Annual positive temperature.....(Tp): 1814
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 399
 Positive precipitation.....(Pp): 835

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	5	2	2	3	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

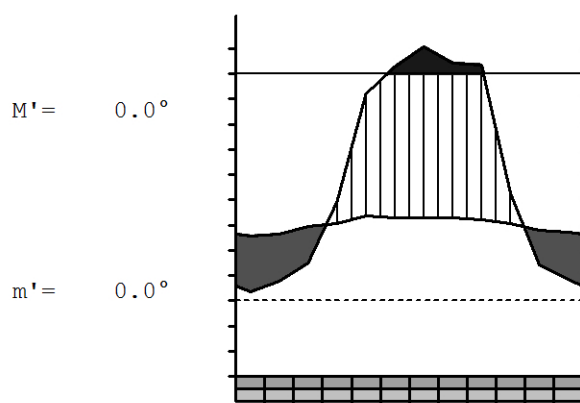
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBXEROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL LOW SUBHUMID

POCONA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2650 m

P= 834 17° 40'S 65° 24'W 25/25 y.
 T= 15.1° Ic= 3.9 Tp= 1814 Tn= 0
 m= 5.9° M= 20.0° Itc= 410 Io= 4.6



TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBXEROPHYTIC)
 LOW MESOTROPICAL LOW SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

PTE. ARCE -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 1490 m.

Latitude: 18° 36'S Longitude: 65° 9'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	26.00	32.50	19.60	0.00	0.00	101.4	144.61
Feb.	26.10	32.80	19.40	0.00	0.00	74.8	127.19
Mar.	26.00	32.70	19.30	0.00	0.00	73.4	133.19
Apr.	25.70	32.90	18.50	0.00	0.00	19.9	118.41
May.	23.80	31.80	15.80	0.00	0.00	4.2	90.89
Jun.	21.60	30.30	12.90	0.00	0.00	2.1	63.19
Jul.	22.00	30.70	13.30	0.00	0.00	1.9	69.34
Aug.	23.50	32.40	14.70	0.00	0.00	9.4	90.79
Sep.	25.70	33.70	17.70	0.00	0.00	16.8	122.07
Oct.	27.20	34.60	19.90	0.00	0.00	35.8	153.80
Nov.	27.60	34.80	20.50	0.00	0.00	56.0	157.29
Dec.	27.00	33.90	20.20	0.00	0.00	83.8	159.03
Year	25.18	32.76	17.65	0.00	0.00	480	1429.8

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 684
 Compensated thermicity index.....(Itc): 684
 Simple continentality index.....(Ic): 6.0
 Diurnality index.....(Id): 17.7
 Annual ombrothermic index.....(Io): 1.59
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.09
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.09
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.12
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.30
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.34
 Annual positive temperature.....(Tp): 3022
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 674
 Positive precipitation.....(Pp): 480

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	0	5	1	6	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

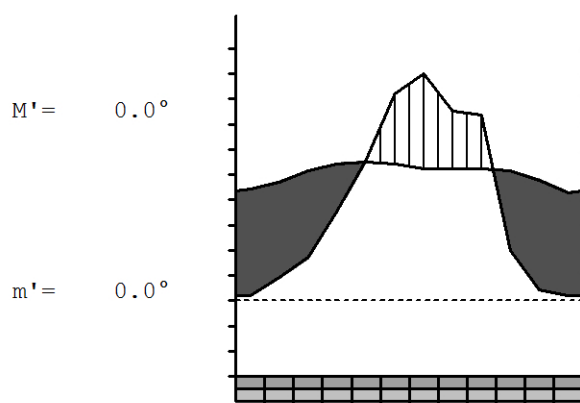
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (SEMIARID)

Bioclimatic belt...: LOW THERMOTROPICAL UPPER SEMIARID

PTE. ARCE -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

1490 m

P= 480 18° 36'S 65° 9'W 25/25 y.
 T= 25.2° Ic= 6.0 Tp= 3022 Tn= 0
 m= 12.9° M= 30.3° Itc= 684 Io= 1.6



TROPICAL XERIC (SEMIARID)
 LOW THERMOTROPICAL UPPER SEMIARID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

PTE. TAPERAS -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 1439 m.

Latitude: 18° 4'S Longitude: 64° 42'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	28.40	36.30	20.50	0.00	0.00	87.3	170.30
Feb.	28.30	36.40	20.10	0.00	0.00	53.6	148.41
Mar.	27.90	36.50	19.20	0.00	0.00	65.0	154.04
Apr.	26.60	35.90	17.40	0.00	0.00	17.3	132.21
May.	24.80	35.60	13.90	0.00	0.00	3.2	99.96
Jun.	23.30	34.40	12.20	0.00	0.00	0.6	74.76
Jul.	23.50	35.40	11.60	0.00	0.00	1.1	80.59
Aug.	25.10	36.60	13.50	0.00	0.00	4.3	107.88
Sep.	27.00	37.40	16.60	0.00	0.00	7.1	139.50
Oct.	28.10	38.00	18.20	0.00	0.00	10.7	161.65
Nov.	28.80	38.30	19.40	0.00	0.00	35.8	166.22
Dec.	28.80	37.30	20.40	0.00	0.00	62.9	175.46
Year	26.72	36.51	16.92	0.00	0.00	349	1611.0

BIOTRIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It):	733
Compensated thermicity index.....(Itc):	733
Simple continentality index.....(Ic):	5.5
Diurnality index.....(Id):	23.8
Annual ombrothermic index.....(Io):	1.09
Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1):	0.03
Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2):	0.04
Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3):	0.07
Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4):	0.23
Annual ombro-evaporation index.....(Ioe):	0.22
Annual positive temperature.....(Tp):	3206
Annual negative temperature.....(Tn):	0
Dry station temperature.....(Td):	716
Positive precipitation.....(Pp):	349

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	0	3	2	7	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (SEMIARID)

Bioclimatic belt...: UPPER INFRATROPICAL LOW SEMIARID

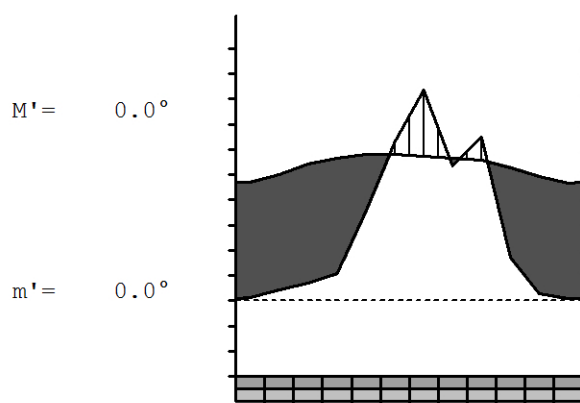
PTE. TAPERAS -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

1439 m

P= 349 18° 4'S 64° 42'W 25/25 y.

T= 26.7° Ic= 5.5 Tp= 3206 Tn= 0

m= 12.2° M= 34.4° Itc= 733 Io= 1.1



TROPICAL XERIC (SEMIARID)
UPPER INFRATROPICAL LOW SEMIARID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

PTO. VILLARROEL -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 197 m.

Latitude: 16° 51'S Longitude: 64° 45'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	27.90	32.20	23.70	0.00	0.00	378.2	165.78
Feb.	27.90	32.30	23.40	0.00	0.00	393.5	143.77
Mar.	28.20	33.70	22.70	0.00	0.00	331.0	156.56
Apr.	26.80	32.30	21.30	0.00	0.00	111.0	133.77
May.	25.50	30.70	20.20	0.00	0.00	185.2	112.28
Jun.	23.10	28.00	18.20	0.00	0.00	74.5	74.76
Jul.	22.80	28.70	16.90	0.00	0.00	54.6	73.54
Aug.	24.10	30.30	17.90	0.00	0.00	126.2	95.87
Sep.	26.50	32.60	20.40	0.00	0.00	115.1	133.40
Oct.	27.50	33.70	21.20	0.00	0.00	179.5	156.42
Nov.	28.10	33.80	22.50	0.00	0.00	233.0	160.17
Dec.	28.10	33.10	23.20	0.00	0.00	290.5	167.59
Year	26.38	31.78	20.97	0.00	0.00	2472	1573.9

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 720
 Compensated thermicity index.....(Itc): 720
 Simple continentality index.....(Ic): 5.4
 Diurnality index.....(Id): 12.5
 Annual ombrothermic index.....(Io): 7.81
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 2.39
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 2.81
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 3.65
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 4.61
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 1.57
 Annual positive temperature.....(Tp): 3165
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 700
 Positive precipitation.....(Pp): 2472

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	10	2	0	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

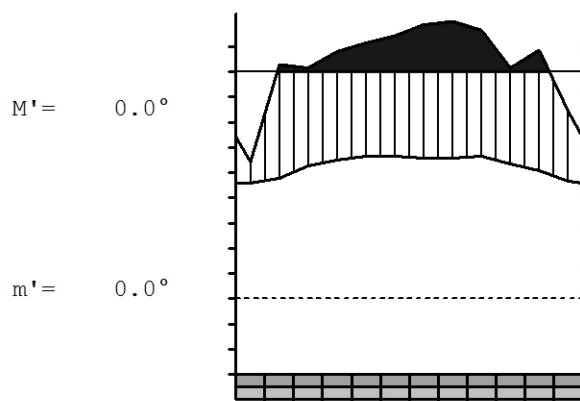
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVIAL (SUBHYGROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER INFRATROPICAL LOW HUMID

PTO. VILLARROEL -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

325 m

P= 2472 16° 51'S 64° 45'W 25/25 y.
 T= 26.4° Ic= 5.4 Tp= 3165 Tn= 0
 m= 16.9° M= 28.7° Itc= 720 Io= 7.8



TROPICAL PLUVIAL (SUBHYGROPHYTIC)
UPPER INFRATROPICAL LOW HUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

REPRESA CORANI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3240 m.

Latitude: 17° 13'S Longitude: 65° 52'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	10.20	13.80	6.50	0.00	0.00	481.4	60.56
Feb.	9.90	13.00	6.80	0.00	0.00	421.0	51.02
Mar.	10.00	13.60	6.40	0.00	0.00	356.9	55.20
Apr.	9.30	13.40	5.20	0.00	0.00	166.3	47.54
May.	8.50	13.30	3.70	0.00	0.00	49.9	43.58
Jun.	7.60	12.90	2.30	0.00	0.00	36.0	37.49
Jul.	7.10	12.60	1.60	0.00	0.00	43.5	36.24
Aug.	7.30	12.20	2.50	0.00	0.00	86.5	39.55
Sep.	8.30	12.70	3.90	0.00	0.00	133.5	43.90
Oct.	9.40	13.90	4.90	0.00	0.00	195.1	53.97
Nov.	9.80	14.20	5.40	0.00	0.00	266.1	55.68
Dec.	10.20	14.50	5.90	0.00	0.00	279.2	60.56
Year	8.97	13.34	4.59	0.00	0.00	2515	585.29

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 232
 Compensated thermicity index.....(Itc): 232
 Simple continentality index.....(Ic): 3.1
 Diurnality index.....(Id): 11.0
 Annual ombrothermic index.....(Io): 23.38
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 4.74
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 5.41
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 5.58
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 9.10
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 4.30
 Annual positive temperature.....(Tp): 1076
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 232
 Positive precipitation.....(Pp): 2515

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	12	0	0	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER SUPRATROPICAL UPPER HYPERHUMID

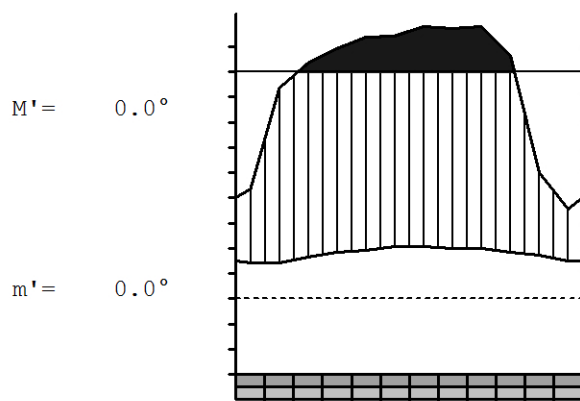
PRESA CORANI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3240 m

P= 2515 17° 13'S 65° 52'W 25/25 y.

T= 9.0° Ic= 3.1 Tp= 1076 Tn= 0

m= 1.6° M= 12.6° Itc= 232 Io= 23.4



TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)
 UPPER SUPRATROPICAL UPPER HYPERHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

SAN BENITO -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2769 m.

Latitude: 17° 31'S Longitude: 65° 54'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	16.80	23.50	10.20	0.00	0.00	94.0	77.18
Feb.	16.50	23.30	9.70	0.00	0.00	69.2	65.82
Mar.	16.30	24.20	8.40	0.00	0.00	56.8	68.55
Apr.	15.20	25.10	5.30	0.00	0.00	22.1	57.05
May.	13.10	25.20	0.90	0.00	0.00	7.0	45.69
Jun.	11.20	24.20	-1.70	0.00	0.00	1.5	34.30
Jul.	11.50	24.10	-1.20	0.00	0.00	3.1	37.23
Aug.	12.90	24.40	1.40	0.00	0.00	5.2	46.04
Sep.	14.80	24.80	4.80	0.00	0.00	12.8	56.52
Oct.	16.50	25.90	7.10	0.00	0.00	21.1	72.47
Nov.	17.30	25.90	8.70	0.00	0.00	44.7	77.07
Dec.	17.40	24.70	10.10	0.00	0.00	77.0	82.05
Year	14.96	24.61	5.31	0.00	0.00	415	719.98

BIOTRIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 375
 Compensated thermicity index.....(Itc): 375
 Simple continentality index.....(Ic): 6.2
 Diurnality index.....(Id): 25.9
 Annual ombrothermic index.....(Io): 2.31
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.13
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.20
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.28
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.34
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.58
 Annual positive temperature.....(Tp): 1795
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 356
 Positive precipitation.....(Pp): 415

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	3	2	2	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Euhyperoceanic

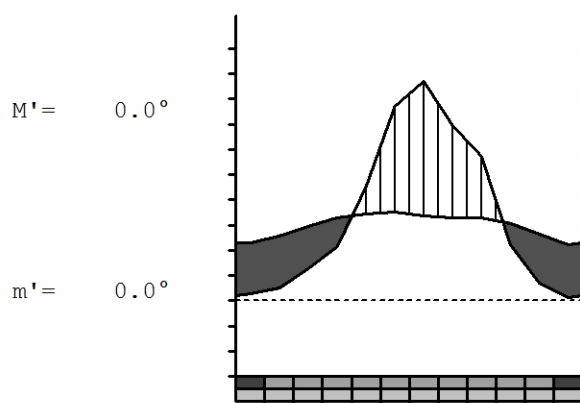
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL LOW DRY

SAN BENITO -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2769 m

P= 415 17° 31'S 65° 54'W 25/25 y.
 T= 15.0° Ic= 6.2 Tp= 1795 Tn= 0
 m= -1.7° M= 24.2° Itc= 375 Io= 2.3



TROPICAL XERIC (DRY)
 UPPER MESOTROPICAL LOW DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

SAN BORJA (BENI) (BOLIVIA)

Altitude: 194 m.

Latitude: 14° 52'S

Longitude: 66° 52'W

Thermic observation period.....: 1972-1996 (25)

Pluviometric observation period....: 1972-1996 (25)

	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	Epi
JAN	26.7	31.1	22.4	0.0	0.0	272	154
FEB	26.5	31.0	22.0	0.0	0.0	296	132
MAR	26.6	31.3	21.9	0.0	0.0	238	143
APR	25.7	30.5	20.9	0.0	0.0	165	120
MAY	24.0	28.8	19.3	0.0	0.0	115	95
JUN	22.4	27.7	17.2	0.0	0.0	65	73
JUL	22.1	28.0	16.2	0.0	0.0	55	72
AUG	23.6	30.0	17.3	0.0	0.0	74	94
SEP	24.6	30.7	18.5	0.0	0.0	97	106
OCT	26.5	32.4	20.5	0.0	0.0	182	145
NOV	26.7	31.8	21.6	0.0	0.0	194	147
DEC	26.7	31.4	22.0	0.0	0.0	286	154
Annual	25.2	30.4	20.0	0.0	0.0	2039	1434

BIOCLIMATIC INDEX AND DIAGNOSIS

Thermicity index	(It):	693
Compensated thermicity index	(Itc):	693
Simple continentality index	(Ic):	4.6
Diurnality index	(Id):	9.4
Annual ombrothermic index	(Io):	6.75
Bimonthly dry ombrothermic index	(Iod2):	2.69
Threemonthly dry ombrothermic index	(Iod3):	2.85
Fourmonthly dry ombrothermic index	(Iod4):	3.36
Annual ombro-evaporation index	(Ioe):	1.42
Annual aridity index	(Iar):	0.7
Annual positive temperature	(Tp):	3021
Annual negative temperature	(Tn):	0
Dry station temperature	(Td):	681
Positive precipitation	(Pp):	2039

N° of months	P>4T	P:2T to 4T	P: T to 4T	P>T	T<=0°
	8	4	0	0	0

Continentalty - Latitudinal belt: **Euhyperoceanic - Eutropical**

Bioclimate.....: **TROPICAL PLUVIAL**

Bioclimatic belt.....: **LOW THERMOTROPICAL LOW HUMID**

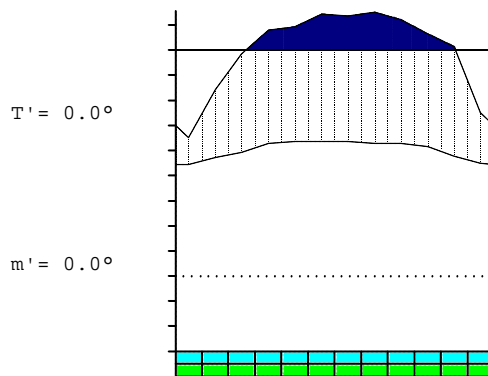
SAN BORJA (BENI) (BOLIVIA)

194 m

P= 2039 14° 52'S 66° 52'W 25/25 a

T= 25.2° Ic= 4.6 Tp= 3021 Tn= 0

m= 16.2 M= 28.0 Itc= 693 Io= 6.7



TROPICAL PLUVIAL
LOW THERMOTROPICAL LOW HUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

SANTA LUCIA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2705 m.

Latitude: 17° 34'S Longitude: 65° 57'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	17.00	23.00	11.00	0.00	0.00	100.3	78.01
Feb.	17.40	23.70	11.10	0.00	0.00	65.3	70.78
Mar.	17.10	23.80	10.40	0.00	0.00	46.3	73.13
Apr.	15.50	24.40	6.50	0.00	0.00	17.3	58.25
May.	13.10	25.10	1.10	0.00	0.00	0.4	45.19
Jun.	11.60	23.90	-0.80	0.00	0.00	0.0	35.68
Jul.	11.40	23.70	-0.90	0.00	0.00	0.2	36.27
Aug.	12.90	23.80	1.90	0.00	0.00	15.2	45.52
Sep.	14.40	24.30	4.40	0.00	0.00	12.6	53.74
Oct.	16.20	25.20	7.10	0.00	0.00	10.2	69.97
Nov.	17.40	25.80	9.00	0.00	0.00	31.1	77.22
Dec.	17.20	24.30	10.00	0.00	0.00	57.5	80.10
Year	15.10	24.25	5.90	0.00	0.00	356	723.85

BIOTRIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 379
 Compensated thermicity index.....(Itc): 379
 Simple continentality index.....(Ic): 6.0
 Diurnality index.....(Id): 24.7
 Annual ombrothermic index.....(Io): 1.97
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): No
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.01
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.02
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.35
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.49
 Annual positive temperature.....(Tp): 1812
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 361
 Positive precipitation.....(Pp): 356

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	1	3	3	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

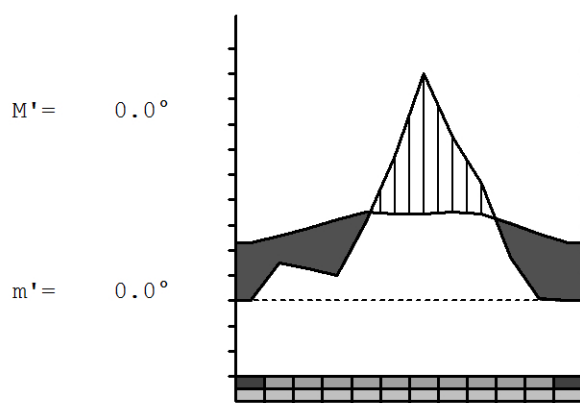
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (SEMIARID)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL UPPER SEMIARID

SANTA LUCIA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3705 m

P= 356 17° 34'S 65° 57'W 25/25 y.
 T= 15.1° Ic= 6.0 Tp= 1812 Tn= 0
 m= -0.9° M= 23.7° Itc= 379 Io= 2.0



TROPICAL XERIC (SEMIARID)
 UPPER MESOTROPICAL UPPER SEMIARID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

SANTIVANEZ -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2566 m.

Latitude: 17° 33'S Longitude: 66° 15'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	18.80	26.10	11.50	0.00	0.00	169.4	84.83
Feb.	18.70	26.00	11.40	0.00	0.00	145.5	73.65
Mar.	18.60	26.80	10.40	0.00	0.00	95.3	77.41
Apr.	17.30	27.90	6.70	0.00	0.00	24.0	63.22
May.	15.10	28.10	2.00	0.00	0.00	1.5	50.16
Jun.	13.40	26.40	0.40	0.00	0.00	2.3	38.82
Jul.	13.10	26.20	0.10	0.00	0.00	1.5	38.98
Aug.	14.80	26.40	3.20	0.00	0.00	7.6	49.97
Sep.	15.90	26.50	5.30	0.00	0.00	8.8	56.45
Oct.	17.70	27.10	8.40	0.00	0.00	19.6	73.85
Nov.	19.10	27.80	10.40	0.00	0.00	55.5	83.29
Dec.	19.30	27.30	11.20	0.00	0.00	100.0	89.49
Year	16.82	26.88	6.75	0.00	0.00	631	780.13

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 431
 Compensated thermicity index.....(Itc): 431
 Simple continentality index.....(Ic): 6.2
 Diurnality index.....(Id): 26.1
 Annual ombrothermic index.....(Io): 3.13
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.10
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.13
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.13
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.50
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.81
 Annual positive temperature.....(Tp): 2018
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 416
 Positive precipitation.....(Pp): 631

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	4	1	2	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Euhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL UPPER DRY

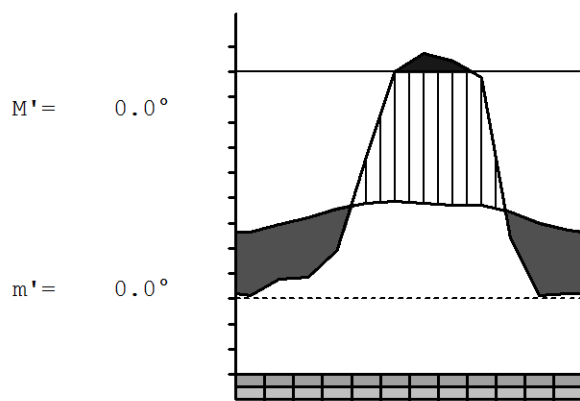
SANTIVANEZ -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2566 m

P= 631 17° 33'S 66° 15'W 25/25 y.

T= 16.8° Ic= 6.2 Tp= 2018 Tn= 0

m= 0.1° M= 26.2° Itc= 431 Io= 3.1



TROPICAL XERIC (DRY)
 LOW MESOTROPICAL UPPER DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

SIBERIA -SANTA CRUZ- (BOLIVIA)

Altitude: 2960 m.

Latitude: 17° 49'S Longitude: 64° 45'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	13.50	16.30	10.60	0.00	0.00	142.7	64.43
Feb.	13.70	16.70	10.80	0.00	0.00	112.3	57.52
Mar.	13.40	16.50	10.30	0.00	0.00	108.0	59.30
Apr.	12.70	16.20	9.20	0.00	0.00	56.0	51.14
May.	11.50	16.00	7.00	0.00	0.00	25.9	45.04
Jun.	10.90	15.70	6.00	0.00	0.00	12.9	39.88
Jul.	12.40	17.20	7.70	0.00	0.00	17.7	49.09
Aug.	12.30	16.10	8.40	0.00	0.00	25.8	50.61
Sep.	12.40	16.10	8.60	0.00	0.00	27.7	51.14
Oct.	12.90	16.60	9.30	0.00	0.00	54.1	58.63
Nov.	14.00	17.10	10.90	0.00	0.00	74.7	64.51
Dec.	14.20	18.10	10.40	0.00	0.00	124.4	69.35
Year	12.83	16.55	9.10	0.00	0.00	782	660.64

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It):	345
Compensated thermicity index.....(Itc):	345
Simple continentality index.....(Ic):	3.3
Diurnality index.....(Id):	9.7
Annual ombrothermic index.....(Io):	5.08
Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1):	1.18
Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2):	1.31
Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3):	1.58
Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4):	1.75
Annual ombro-evaporation index.....(Ioe):	1.18
Annual positive temperature.....(Tp):	1539
Annual negative temperature.....(Tn):	0
Dry station temperature.....(Td):	356
Positive precipitation.....(Pp):	782

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	7	3	2	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentalty.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (MESOPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL UPPER SUBHUMID

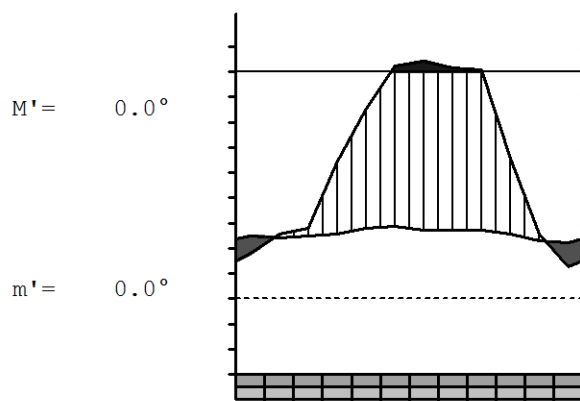
SIBERIA -SANTA CRUZ- (BOLIVIA)

2960 m

P= 782 17° 49'S 64° 45'W 25/25 y.

T= 12.8° Ic= 3.3 Tp= 1539 Tn= 0

m= 6.0° M= 15.7° Itc= 345 Io= 5.1



TROPICAL PLUVISEASONAL (MESOPHYTIC)
UPPER MESOTROPICAL UPPER SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

TAMBORADA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2600 m.

Latitude: 17° 27'S Longitude: 66° 7'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	Epi
Jan.	18.30	24.40	12.10	0.00	0.00	125.7	80.47
Feb.	18.50	25.00	12.00	0.00	0.00	78.8	71.11
Mar.	18.10	25.00	11.20	0.00	0.00	86.8	73.38
Apr.	17.50	25.80	9.20	0.00	0.00	23.3	63.97
May.	15.30	25.30	5.20	0.00	0.00	2.7	50.77
Jun.	13.40	24.30	2.50	0.00	0.00	1.0	38.75
Jul.	13.30	24.00	2.60	0.00	0.00	1.9	39.49
Aug.	15.20	25.00	5.40	0.00	0.00	4.5	52.79
Sep.	17.00	25.70	8.30	0.00	0.00	8.2	62.74
Oct.	18.90	27.10	10.80	0.00	0.00	16.4	82.05
Nov.	19.30	26.70	11.90	0.00	0.00	45.9	84.28
Dec.	18.90	25.60	12.30	0.00	0.00	83.1	85.06
Year	16.98	25.33	8.63	0.00	0.00	478	784.87

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 436
 Compensated thermicity index.....(Itc): 436
 Simple continentality index.....(Ic): 6.0
 Diurnality index.....(Id): 21.8
 Annual ombrothermic index.....(Io): 2.35
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.07
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.11
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.13
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.49
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.61
 Annual positive temperature.....(Tp): 2037
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 420
 Positive precipitation.....(Pp): 478

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	4	1	1	6	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentalty.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

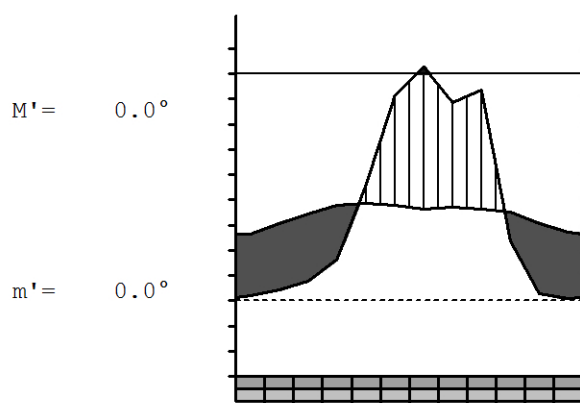
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL LOW DRY

TAMBORADA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2600 m

P= 478 17° 27'S 66° 7'W 25/25 y.
 T= 17.0° Ic= 6.0 Tp= 2037 Tn= 0
 m= 2.6° M= 24.0° Itc= 436 Io= 2.3



TROPICAL XERIC (DRY)
 LOW MESOTROPICAL LOW DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

TARATA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2721 m.

Latitude: 17° 36'S Longitude: 66° 1'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	16.80	25.00	8.60	0.00	0.00	129.8	73.04
Feb.	17.20	25.40	9.10	0.00	0.00	102.5	66.46
Mar.	17.40	25.70	9.10	0.00	0.00	75.2	71.82
Apr.	17.40	26.80	8.00	0.00	0.00	30.4	66.34
May.	15.00	26.40	3.60	0.00	0.00	2.0	52.23
Jun.	12.60	25.30	0.00	0.00	0.00	4.2	37.41
Jul.	12.60	25.40	-0.20	0.00	0.00	2.5	39.03
Aug.	13.70	25.90	1.40	0.00	0.00	6.2	46.53
Sep.	16.00	26.50	5.50	0.00	0.00	14.1	59.75
Oct.	18.00	27.30	8.60	0.00	0.00	29.7	78.74
Nov.	18.40	27.20	9.50	0.00	0.00	66.0	80.83
Dec.	17.60	26.40	8.90	0.00	0.00	116.4	79.42
Year	16.06	26.11	6.01	0.00	0.00	579	751.59

BIOTRIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 414
 Compensated thermicity index.....(Itc): 414
 Simple continentality index.....(Ic): 5.8
 Diurnality index.....(Id): 25.6
 Annual ombrothermic index.....(Io): 3.00
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.13
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.22
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.22
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.68
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.77
 Annual positive temperature.....(Tp): 1927
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 402
 Positive precipitation.....(Pp): 579

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	4	1	2	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL UPPER DRY

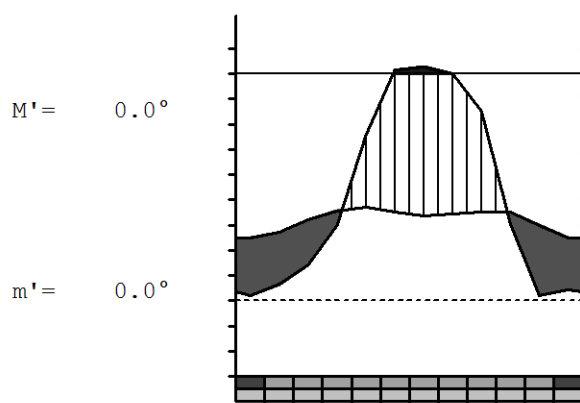
TARATA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2721 m

P= 579 17° 36'S 66° 1'W 25/25 y.

T= 16.1° Ic= 5.8 Tp= 1927 Tn= 0

m= 0.0° M= 25.3° Itc= 414 Io= 3.0



TROPICAL XERIC (DRY)
 LOW MESOTROPICAL UPPER DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

TIRAQUE -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3294 m.

Latitude: 17° 25'S Longitude: 65° 43'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	13.00	19.30	6.70	0.00	0.00	120.7	63.77
Feb.	12.70	19.10	6.30	0.00	0.00	84.9	53.74
Mar.	12.80	19.60	6.00	0.00	0.00	82.1	58.14
Apr.	12.70	20.40	5.00	0.00	0.00	25.0	53.20
May.	11.90	20.20	3.50	0.00	0.00	6.8	49.11
Jun.	10.70	19.10	2.40	0.00	0.00	2.9	41.33
Jul.	10.40	18.90	1.80	0.00	0.00	5.4	41.19
Aug.	11.10	19.40	2.80	0.00	0.00	12.1	47.41
Sep.	11.90	19.70	4.10	0.00	0.00	12.1	50.63
Oct.	13.00	20.50	5.50	0.00	0.00	24.4	61.52
Nov.	13.20	20.40	6.10	0.00	0.00	52.2	62.10
Dec.	13.30	20.10	6.50	0.00	0.00	99.4	65.58
Year	12.22	19.73	4.72	0.00	0.00	528	647.74

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 329
 Compensated thermicity index.....(Itc): 329
 Simple continentality index.....(Ic): 2.9
 Diurnality index.....(Id): 17.1
 Annual ombrothermic index.....(Io): 3.60
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.27
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.39
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.46
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.88
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.82
 Annual positive temperature.....(Tp): 1467
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 330
 Positive precipitation.....(Pp): 528

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	4	1	4	3	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

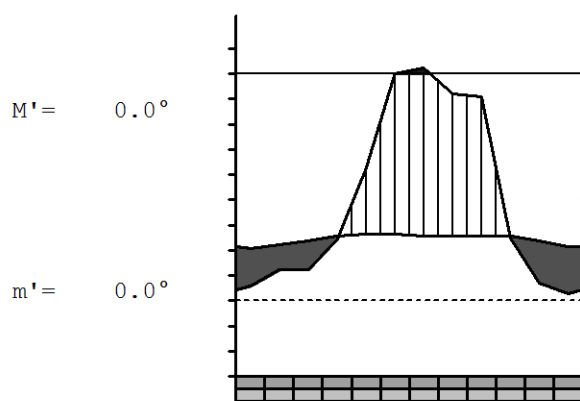
Bioclimate(Variant): TROPICAL XERIC (DRY)

Bioclimatic belt...: UPPER MESOTROPICAL UPPER DRY

TIRAQUE -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3200 m

P= 528 17° 25'S 65° 43'W 25/25 y.
 T= 12.2° Ic= 2.9 Tp= 1467 Tn= 0
 m= 1.8° M= 18.9° Itc= 329 Io= 3.6



TROPICAL XERIC (DRY)
 UPPER MESOTROPICAL UPPER DRY

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

TODOS SANTOS -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 220 m.

Latitude: 16° 48'S Longitude: 65° 7'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	26.10	29.90	22.30	0.00	0.00	629.5	145.77
Feb.	26.20	28.70	23.70	0.00	0.00	479.5	127.97
Mar.	26.20	30.00	22.40	0.00	0.00	417.1	137.12
Apr.	25.20	29.70	20.70	0.00	0.00	169.3	111.88
May.	24.20	28.00	20.30	0.00	0.00	180.2	98.32
Jun.	22.00	25.90	18.10	0.00	0.00	104.7	69.55
Jul.	21.70	26.20	17.20	0.00	0.00	87.6	68.72
Aug.	23.70	29.10	18.30	0.00	0.00	83.0	96.73
Sep.	23.90	29.50	18.30	0.00	0.00	113.8	97.41
Oct.	24.40	28.70	20.10	0.00	0.00	223.8	113.42
Nov.	26.70	31.40	22.00	0.00	0.00	250.1	148.07
Dec.	27.10	31.70	22.50	0.00	0.00	392.5	158.54
Year	24.78	29.07	20.49	0.00	0.00	3131	1373.5

BIOTROPIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 682
 Compensated thermicity index.....(Itc): 682
 Simple continentality index.....(Ic): 5.4
 Diurnality index.....(Id): 11.2
 Annual ombrothermic index.....(Io): 10.53
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 3.50
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 3.76
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 4.08
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 4.97
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 2.28
 Annual positive temperature.....(Tp): 2974
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 674
 Positive precipitation.....(Pp): 3131

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	11	1	0	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

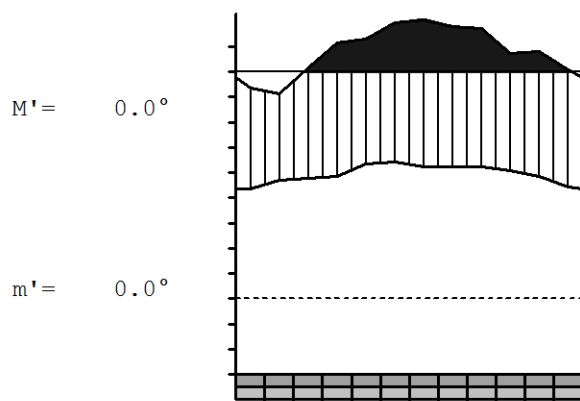
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW THERMOTROPICAL UPPER HUMID

TODOS SANTOS -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

300 m

P= 3131 16° 48'S 65° 7'W 25/25 y.
 T= 24.8° Ic= 5.4 Tp= 2974 Tn= 0
 m= 17.2° M= 26.2° Itc= 682 Io= 10.5



TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)
 LOW THERMOTROPICAL UPPER HUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

TORALAPA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 3490 m.

Latitude: 17° 31'S Longitude: 65° 40'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	10.30	15.30	5.40	0.00	0.00	133.7	60.80
Feb.	9.80	15.10	4.50	0.00	0.00	103.5	50.75
Mar.	10.10	16.30	4.00	0.00	0.00	80.6	55.42
Apr.	9.60	17.30	2.00	0.00	0.00	29.5	48.73
May.	8.20	17.20	-0.90	0.00	0.00	12.8	41.80
Jun.	6.80	16.30	-2.70	0.00	0.00	4.9	33.04
Jul.	6.70	16.00	-2.50	0.00	0.00	4.3	33.99
Aug.	7.50	16.10	-1.10	0.00	0.00	15.7	39.51
Sep.	8.30	15.70	0.90	0.00	0.00	11.7	43.61
Oct.	9.60	16.80	2.50	0.00	0.00	28.9	54.76
Nov.	10.50	16.70	4.30	0.00	0.00	56.6	59.20
Dec.	10.90	16.60	5.10	0.00	0.00	95.7	64.81
Year	9.03	16.28	1.79	0.00	0.00	578	586.42

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 225
 Compensated thermicity index.....(Itc): 225
 Simple continentality index.....(Ic): 4.2
 Diurnality index.....(Id): 19.0
 Annual ombrothermic index.....(Io): 5.34
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.64
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.68
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 1.01
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 1.65
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.99
 Annual positive temperature.....(Tp): 1083
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 217
 Positive precipitation.....(Pp): 578

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	5	3	2	2	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentalty.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)

Bioclimatic belt...: UPPER SUPRATROPICAL UPPER SUBHUMID

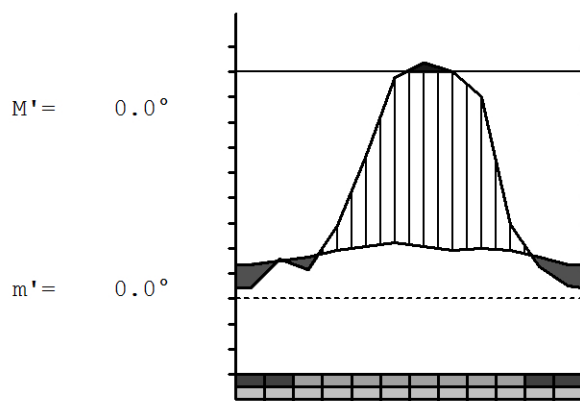
TORALAPA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

3490 m

P= 578 17° 31'S 65° 40'W 25/25 y.

T= 9.0° Ic= 4.2 Tp= 1083 Tn= 0

m= -2.5° M= 16.0° Itc= 225 Io= 5.3



TROPICAL PLUVISEASONAL (SUBMESOPHYTIC)
 UPPER SUPRATROPICAL UPPER SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

TORO TORO -POTOSI- (BOLIVIA)

Altitude: 2700 m.

Latitude: 18° 7'S Longitude: 65° 46'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	17.80	23.90	11.70	0.00	0.00	264.7	78.21
Feb.	17.70	23.40	10.80	0.00	0.00	175.5	67.88
Mar.	17.00	23.30	10.70	0.00	0.00	134.5	67.30
Apr.	17.10	24.50	9.70	0.00	0.00	34.2	62.78
May.	16.40	25.00	7.90	0.00	0.00	2.2	58.54
Jun.	15.30	24.90	5.80	0.00	0.00	0.2	49.44
Jul.	14.60	24.00	5.20	0.00	0.00	0.2	47.70
Aug.	15.10	24.50	5.60	0.00	0.00	13.2	52.57
Sep.	15.50	24.90	6.10	0.00	0.00	15.2	54.92
Oct.	16.90	25.80	8.10	0.00	0.00	25.4	69.17
Nov.	17.60	25.70	9.60	0.00	0.00	71.5	73.35
Dec.	18.50	25.30	11.70	0.00	0.00	186.0	84.16
Year	16.63	24.60	8.57	0.00	0.00	923	766.04

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 458
 Compensated thermicity index.....(Itc): 458
 Simple continentality index.....(Ic): 3.9
 Diurnality index.....(Id): 19.1
 Annual ombrothermic index.....(Io): 4.63
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.01
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.01
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.06
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.58
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 1.20
 Annual positive temperature.....(Tp): 1995
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 463
 Positive precipitation.....(Pp): 923

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	5	0	2	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

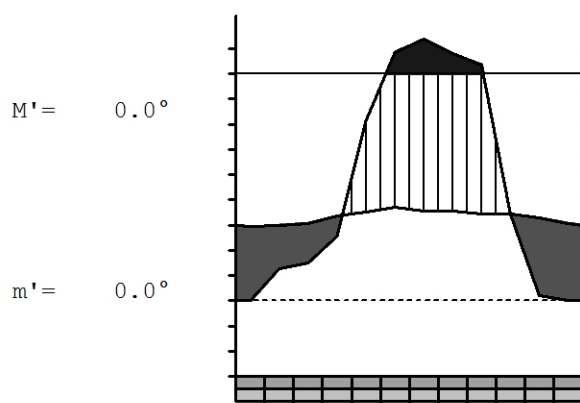
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (XEROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL LOW SUBHUMID

TORO TORO -POTOSI- (BOLIVIA)

2700 m

P= 923 18° 7'S 65° 46'W 25/25 y.
 T= 16.6° Ic= 3.9 Tp= 1995 Tn= 0
 m= 5.2° M= 24.0° Itc= 458 Io= 4.6



TROPICAL PLUVISEASONAL (XEROPHYTIC)
 LOW MESOTROPICAL LOW SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

TOTORA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 2908 m.

Latitude: 17° 43'S Longitude: 65° 10'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	16.20	21.90	10.60	0.00	0.00	165.8	70.17
Feb.	16.00	21.80	10.10	0.00	0.00	122.0	60.29
Mar.	16.20	22.70	9.70	0.00	0.00	100.1	65.20
Apr.	16.00	23.50	8.40	0.00	0.00	35.0	59.07
May.	15.20	24.30	6.20	0.00	0.00	5.0	54.49
Jun.	14.30	23.40	5.10	0.00	0.00	4.1	46.94
Jul.	13.70	22.70	4.70	0.00	0.00	0.9	45.79
Aug.	14.80	23.60	6.00	0.00	0.00	10.2	53.86
Sep.	15.80	23.80	7.80	0.00	0.00	13.2	59.70
Oct.	16.70	24.30	9.10	0.00	0.00	30.1	71.01
Nov.	17.20	24.20	10.30	0.00	0.00	69.9	73.70
Dec.	17.20	23.50	10.80	0.00	0.00	134.4	77.79
Year	15.77	23.31	8.23	0.00	0.00	691	738.02

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 432
 Compensated thermicity index.....(Itc): 432
 Simple continentality index.....(Ic): 3.5
 Diurnality index.....(Id): 18.3
 Annual ombrothermic index.....(Io): 3.65
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 0.07
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 0.18
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 0.23
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 0.76
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 0.94
 Annual positive temperature.....(Tp): 1893
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 432
 Positive precipitation.....(Pp): 691

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	5	1	1	5	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - Low Ultrahyperoceanic

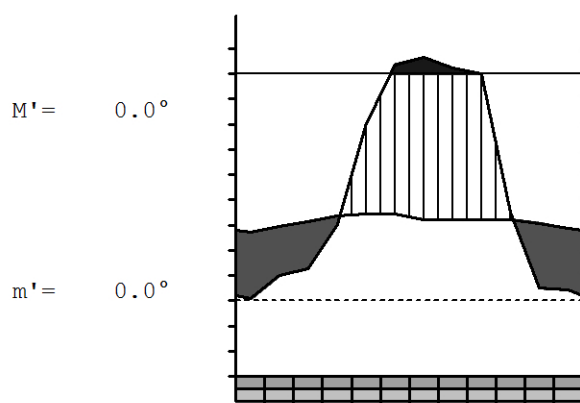
Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVISEASONAL (XEROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW MESOTROPICAL LOW SUBHUMID

TOTORA -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

2908 m

P= 691 17° 43'S 65° 10'W 25/25 y.
 T= 15.8° Ic= 3.5 Tp= 1893 Tn= 0
 m= 4.7° M= 22.7° Itc= 432 Io= 3.6



TROPICAL PLUVISEASONAL (XEROPHYTIC)
 LOW MESOTROPICAL LOW SUBHUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

TRINIDAD (BENI) (BOLIVIA)

Altitude: 155 m.

Latitude: 14° 49'S

Longitude: 64° 55'W

Thermic observation period.....: 1972-1996 (25)

Pluviometric observation period....: 1972-1996 (25)

	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	Epi
JAN	26.9	30.9	22.9	0.0	0.0	299	155
FEB	27.0	30.8	23.2	0.0	0.0	269	137
MAR	27.1	31.1	23.1	0.0	0.0	226	147
APR	26.1	30.6	21.6	0.0	0.0	124	125
MAY	24.5	29.1	19.9	0.0	0.0	115	101
JUN	22.8	38.4	17.1	0.0	0.0	34	76
JUL	22.6	29.0	16.2	0.0	0.0	32	76
AUG	24.0	30.8	17.2	0.0	0.0	52	98
SEP	24.7	30.6	18.9	0.0	0.0	123	106
OCT	26.7	32.6	20.9	0.0	0.0	139	147
NOV	26.9	31.9	22.0	0.0	0.0	227	148
DEC	27.0	31.4	22.6	0.0	0.0	275	156
Annual	25.5	31.4	20.5	0.0	0.0	1914	1473

BIOCLIMATIC INDEX AND DIAGNOSIS

Thermicity index	(It):	707
Compensated thermicity index	(Itc):	707
Simple continentality index	(Ic):	4.5
Diurnality index	(Id):	8.8
Annual ombrothermic index	(Io):	6.25
Bimonthly dry ombrothermic index	(Iod2):	1.45
Threemonthly dry ombrothermic index	(Iod3):	1.70
Fourmonthly dry ombrothermic index	(Iod4):	2.48
Annual ombro-evaporation index	(Ioe):	1.30
Annual aridity index	(Iar):	0.8
Annual positive temperature	(Tp):	3063
Annual negative temperature	(Tn):	0
Dry station temperature	(Td):	694
Positive precipitation	(Pp):	1914

N° of months	P>4T	P:2T to 4T	P: T to 4T	P>T	T<=0°
	9	1	2	0	0

Continentalty - Latitudinal belt: **Euhyperoceanic - Eutropical**

Bioclimate.....: **TROPICAL PLUVISEASONAL**

Bioclimatic belt.....: **LOW THERMOTROPICAL LOW HUMID**

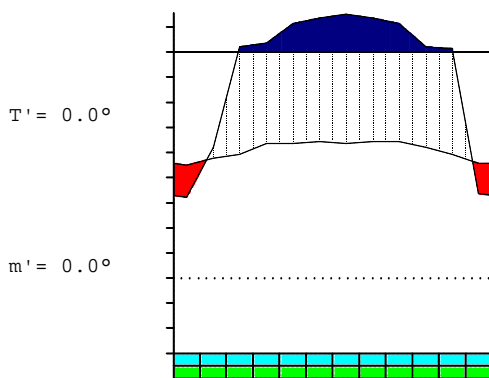
TRINIDAD (BENI) (BOLIVIA)

155 m

P= 1913 14° 49'S 64° 55'W 25/25 a

T= 25.5° Ic= 4.5 Tp= 3063 Tn= 0

m= 16.2 M= 29.0 Itc= 707 Io= 6.2



TROPICAL PLUVISEASONAL
LOW THERMOTROPICAL LOW HUMID

Anexo 2. Fichas Bioclimáticas del departamento de Cochabamba

VILLA TUNARI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

Altitude: 310 m.

Latitude: 16° 58'S Longitude: 65° 28'W

Temperature observation period.: 1972-1996 (25)

Rainfall observation period....: 1972-1996 (25)

(C°/mm)	Ti	Mi	mi	M'i	m'i	Pi	EPi
Jan.	26.00	31.10	20.80	0.00	0.00	836.2	144.45
Feb.	25.60	30.50	20.80	0.00	0.00	863.4	119.41
Mar.	25.80	31.00	20.70	0.00	0.00	865.9	131.05
Apr.	24.70	29.70	19.70	0.00	0.00	435.8	105.79
May.	23.70	28.70	18.80	0.00	0.00	490.0	93.09
Jun.	20.70	25.30	16.10	0.00	0.00	155.9	58.70
Jul.	22.10	27.40	16.80	0.00	0.00	127.8	74.20
Aug.	23.10	29.20	17.00	0.00	0.00	162.3	90.42
Sep.	23.50	29.40	17.60	0.00	0.00	235.8	93.48
Oct.	25.70	31.40	20.00	0.00	0.00	373.6	134.42
Nov.	25.90	31.20	20.60	0.00	0.00	683.1	136.42
Dec.	26.50	31.70	21.30	0.00	0.00	760.6	153.23
Year	24.44	29.72	19.18	0.00	0.00	5990	1334.7

BIOCLIMATIC INDICES AND DIAGNOSIS

Thermicity index.....(It): 658
 Compensated thermicity index.....(Itc): 658
 Simple continentality index.....(Ic): 5.8
 Diurnality index.....(Id): 12.2
 Annual ombrothermic index.....(Io): 20.42
 Monthly dry ombrothermic index.....(Iod1): 5.78
 Bimonthly dry ombrothermic index.....(Iod2): 6.63
 Threemonthly dry ombrothermic index.....(Iod3): 6.77
 Fourmonthly dry ombrothermic index.....(Iod4): 10.45
 Annual ombro-evaporation index.....(Ioe): 4.49
 Annual positive temperature.....(Tp): 2933
 Annual negative temperature.....(Tn): 0
 Dry station temperature.....(Td): 659
 Positive precipitation.....(Pp): 5990

N° of	P>4T	P:2T-4T	PT-2T	P<T	T<0°
Months	12	0	0	0	0

Latitudinal Belt...: Eutropical

Continentality.....: Hyperoceanic - High Euhyperoceanic

Bioclimate(Variant): TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)

Bioclimatic belt...: LOW THERMOTROPICAL UPPER HYPERHUMID

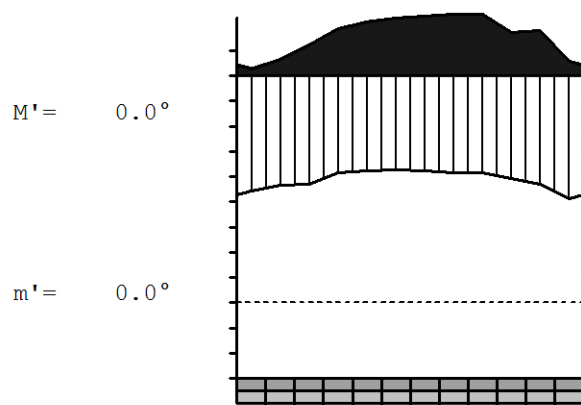
VILLA TUNARI -COCHABAMBA- (BOLIVIA)

460 m

P= 5990 16° 58'S 65° 28'W 25/25 y.

T= 24.4° Ic= 5.8 Tp= 2933 Tn= 0

m= 16.1° M= 25.3° Itc= 658 Io= 20.4



TROPICAL PLUVIAL (HYGROPHYTIC)
 LOW THERMOTROPICAL UPPER HYPERHUMID

UYUNI (BOLIVIA)

Altitude: 3660 m

Latitude: 20° 27' 66" Longitude: 66° 49' W

Thermic observation period.....: 1945 - 1991 (47)

Pluviometric observation period.....: 1945 - 1991 (47)

	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	Epi
ENE.	13.2	20.7	4.9	24.8	0.7	62	65
FEB.	12.8	20.4	4.2	24.7	-0.8	69	60
MAR.	12.6	20.4	3.0	24.5	2.4	61	68
ABR.	9.3	18.4	-1.8	22.6	-8.0	5	52
MAY.	4.7	14.8	-7.4	19.0	-13.3	1	29
JUN.	2.6	12.4	-10.3	15.6	-16.6	2	16
JUL.	1.7	12.4	-11.7	16.0	-17.8	0	11
AGO.	4.4	14.9	-9.4	18.8	-16.2	5	26
SET.	6.1	16.1	-6.6	20.2	-14.3	5	33
OCT.	9.3	19.1	-3.3	23.2	-9.5	3	49
NOV.	11.6	21.0	-0.5	24.7	-6.7	8	56
DIC.	13.0	21.4	2.6	25.6	-3.0	29	64
Annual	8.4	17.7	-3.0	21.6	-8.6	249	529

INDICES Y DIAGNOSIS BIOCLIMATICA

Thermicity index..... (It):	91
Compensated thermicity index..... (Itc):	91
Simple continentality index..... (Ic):	11.5
Diurnatilty index..... (Id):	24.3
Annual ombrothermic index..... (Io):	2.46
Bimonthly dry ombrothermic index..... (Iod2):	0.45
Threemonthly dry ombrothermic index..... (Iod3):	0.84
Fourmonthly dry ombrothermic index..... (Iod4):	0.61
Annual ombro-evaporation index..... (Ioe):	0.47
Annual aridity index..... (Iar):	2.1
Annual positive temperature..... (Tp):	1013
Annual negative temperature..... (Tn):	0
Dry station temperature..... (Td):	87
Positive precipitation..... (Pp):	249

Nº of month	P>4T	P:2Tto 4T	P:T to 2T	P<T	T<=0°
	3	1	1	7	0

Continentality -Latitudinal belt.....: Euoceanic - Eutropical

Bioclimate.....: TROPICAL XERIC

Bioclimatic belt....: UPPER OROTROPICAL LOW DRY

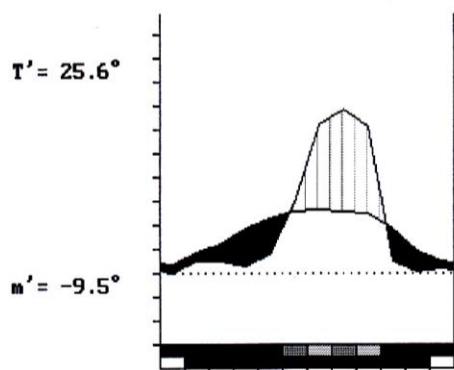
UYUNI (BOLIVIA)

3660 m

P= 249 20° 27' 66" 66° 49' W 47/ 47 a

T= 8.4° Ic= 11.5 Tp= 1013 Tn= 0

m=-11.7 M= 12.4 Itc= 91 Io= 2.5



TROPICAL XERIC
UPPER OROTROPICAL LOW DRY

Anexo 3. Datos meteorológicos adicionales

La Violeta (Cochabamba)	Lat	Long	Altitud	Temp	P.Term	Precip	P.Pluvi
	17° 20' 50"	66° 13' 54"	2614	1980-2011	32 años	1980-2011	32 años
	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	
En	16,8	25,0	11,6	0.0	0.0	130,6	
Feb	16,7	25,0	11,1	0.0	0.0	97,5	
Mar	16,3	25,3	10,2	0.0	0.0	82,7	
Abr	14,8	26,1	7,3	0.0	0.0	25,3	
May	12,2	26,4	3,0	0.0	0.0	3,0	
Jun	10,9	25,6	1,0	0.0	0.0	3,1	
Jul	11,6	25,5	1,1	0.0	0.0	2,0	
Ago	13,7	26,3	3,4	0.0	0.0	4,3	
Sep	14,9	26,3	6,1	0.0	0.0	9,4	
Oct	16,4	27,0	8,8	0.0	0.0	24,2	
Nov	17,1	27,1	10,4	0.0	0.0	52,6	
Dic	17,4	26,4	11,4	0.0	0.0	99,6	
Anual	14,9	26,0	7,1	0	0	534,3	

Misicuni (Cochabamba)	Lat	Long	Altitud	Temp	P.Term	Precip	P.Pluvi
	17° 5' 24"	66° 19' 38"	3793	1973-2004	32 años	1975-2004	30 años
	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	
En	9,2	19,2	0,1	0.0	0.0	136,0	
Feb	8,8	18,9	0,4	0.0	0.0	100,1	
Mar	8,6	19,3	-0,7	0.0	0.0	89,5	
Abr	7,7	19,1	-3,4	0.0	0.0	25,9	
May	5,5	18,8	-7,9	0.0	0.0	9,3	
Jun	4,4	18,5	-10,2	0.0	0.0	10,4	
Jul	4,2	17,7	-10,3	0.0	0.0	9,3	
Ago	5,1	18,6	-8,8	0.0	0.0	20,3	
Sep	6,9	18,8	-5,4	0.0	0.0	30,8	
Oct	8,4	20,1	-3,3	0.0	0.0	39,3	
Nov	9,7	20,9	-1,2	0.0	0.0	62,5	
Dic	9,7	20,5	0,2	0.0	0.0	88,9	
Anual	7,3	19,2	-4,2	0	0	622,4	

Anexo 3. Datos meteorológicos adicionales

Wariscata (Oruro)	Lat 17° 05'	Long 67° 00'	Altitud 4300	Temp 1984/2001	P.Pluvi 18 años	Precip 1980/1995	P.Pluvi 16 años
	84/01	84/01	84/01			80/95	
	Ti	Mi	mi	T'i	m'i	Pi	
Ene	8,7	16,3	-1,0			90,5	
Feb	7,3	16,0	1,0			78,6	
Mar	7,5	12,0	0,0			40,3	
Abr	10,7	13,0	-6,0			35,7	
May	11,5	15,0	-9,0			15,4	
Jun	12,3	14,0	-10,0			14,5	
Jul	13,3	15,0	-11,0			8,2	
Ago	11,9	15,0	-9,0			12,9	
Sep	11,8	16,0	-8,0			17,8	
Oct	11,2	17,0	-7,0			14,9	
Nov	10,3	18,0	-5,0			39,2	
Dic	9,8	18,0	-2,0			47,0	
Prom	10,5	15,4	-5,6			415	